Ulrich Jürgens

Automatisierung und Arbeit in der Automobilindustrie

Von Henry Ford zur Industrie 4.0

Nomos

edition sigma

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:49
Open Access – (cc) BY-SA – https://www.nomos-elibrary.de/agb

Ulrich Jürgens

Automatisierung und Arbeit in der Automobilindustrie

Von Henry Ford zur Industrie 4.0

Unter Mitarbeit von Kai Pless

Nomos

edition sigma

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:49
Open Access – (cc) BY-SA – https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

1. Auflage 2023

© Ulrich Jürgens

Publiziert von
Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
Waldseestraße 3–5 | 76530 Baden-Baden
www.nomos.de

Gesamtherstellung:
Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
Waldseestraße 3–5 | 76530 Baden-Baden

ISBN (Print): 978-3-8487-8544-5
ISBN (ePDF): 978-3-7489-2905-5

DOI: https://doi.org/10.5771/9783748929055

Onlineversion
Nomos eLibrary

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:49
Open Access – (cc) BY-SA – https://www.nomos-elibrary.de/agb

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 11

Tabellenverzeichnis 15

Abkürzungen 17

1. Einleitung 21

1.1 Gegenstand 21

1.2 Zentrale Fragen 23

1.3 Was bedeutet Automatisierung? 25

1.4 Untersuchungsfeld, Methoden und Quellen der Untersuchung 30

1.4.1 Untersuchungsfeld 30

1.4.2 Methoden und Quellen der Untersuchung 33

1.5 Darstellungsweise und Inhalt 39

2. Vorgeschichte der Automobilindustrie im 19. Jahrhundert 41

2.1 Einleitung 41

2.2 Gewerke und Fertigungsverfahren 43

2.2.1 Das Erzeugen von Eisen und Stahl 43

2.2.2 Das Gießen 46

2.2.3 Mechanische Fertigung 49

2.2.4 Montage 54

2.3 Das American System of Manufacturing 54

2.4 Veränderungen der Belegschaftsstruktur und die Frage der Kontrolle über den Shopfloor 61

2.5 F. W. Taylor 65

2.6 Von der Systematic-Management-Bewegung zur Managerial Revolution 69

2.7 Zwischenresümee 72

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

3. Das Fordsche System der Massenproduktion im Werk Highland Park in Detroit (1910 bis 1930) 75

3.1 Einleitung 75

3.2 Die Anfänge der Automobilindustrie in den USA und die Anfänge von Ford 76

3.3 Das Modell T 81

3.4. Das Werk Highland Park 84

3.4.1 Die Vorgeschichte 84

3.4.2 Die zentralen technisch-organisatorischen Gestaltungsfelder 86

3.4.3 Gang durch die Gewerke 96

3.5 Beschäftigungsentwicklung und Tätigkeitsstrukturen 107

3.6 Welfare-Regime oder Gewerkschaft 112

3.7 Der Produktivitätssprung und seine Ursachen 119

3.8 Zwischenresümee 124

4. Das Werk River Rouge – Leitmodell und Niedergang (1920 bis 1950) 127

4.1 Einleitung 127

4.2 Eine Frage der Produktpolitik 128

4.2.1 Das Modell A und danach 128

4.2.2 Der Sloanismus 130

4.3 Ein Werk für die gesamte Wertschöpfungskette 134

4.3.1 Strukturen und Prozesse 134

4.3.2 Gang durch die Gewerke 139

4.4 Automatisierung und Produktivität 152

4.5 Industrielle Beziehungen als Konfliktfeld 154

4.5.1 Krise und Gründung der UAW 154

4.5.2 Automatisierung als Kampfmittel bei Arbeitskonflikten bei GM 156

4.5.3 Konflikte über die Rechte der Schwarzen in den Betrieben 159

4.6 Der Friedensvertrag von Detroit 163

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

4.7 Zwischenresümee 165

5. Automatisierung und Rationalisierung – die Nachkriegsentwicklung bei Ford und GM (1950 bis 1980) 167

5.1 Einleitung 167

5.2 Neue Technologien und die Kybernetik 169

5.3 Die „Erfindung“ der Automatisierung bei Ford 173

5.3.1 Das Motorenwerk Cleveland als Leuchtturmprojekt 173

5.3.2 Die Automationsdebatte in den USA 176

5.4 Upgrading vs. Downgrading der Arbeit bei Bright und Braverman 179

5.5 Rationalisierung und Restrukturierung 185

5.6 General Motors’ Hightech-Debakel 187

5.7 Neuorientierung auf das Modell Japan 194

5.8 Zwischenresümee 197

6. Toyota – Automatisierung ja, aber … 199

6.1 Einleitung 199

6.2 Anfänge der japanischen Automobilindustrie und Toyotas 200

6.3 Herausbildung des Toyota-Produktionssystems 205

6.3.1 Die Rolle von Taichi Ohno 205

6.3.2 Jidoka – das besondere Verständnis von Automatisierung 209

6.3.3 Kanban 212

6.3.4 Total Quality Control (TQC) 216

6.4 Das Personalsystem – ein zentraler Bestandteil des TPS 218

6.5 Struktur der Toyota-Gruppe – Beschäftigungssicherung durch Flexibilität 222

6.5.1 Automatisierung in der Phase der Expansion 222

6.5.2 Beschäftigungssicherung durch Flexibilität 224

6.6 Krise und Weiterentwicklung des TPS 226

6.7 Stand der Automatisierung Anfang der 1990er Jahre und Ausblick 231

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

6.8 Zwischenresümee 234

7. Vorgeschichte und Entwicklung von VW bis 1970 237

7.1 Einleitung 237

7.2 Anfänge der deutschen Automobilindustrie 238

7.3 Entwicklung in der Zwischenkriegszeit 240

7.3.1 Errungenschaften der Novemberrevolution 240

7.3.2 Diskussion über Taylorismus und Fordismus in den 1920er Jahren 243

7.3.3 Der Volkswagen als nationalsozialistisches Projekt 246

7.4 Volkswagen nach dem Krieg 251

7.4.1 Der Käfer – in den Fußstapfen des Modells T 251

7.4.2 Das Werk Wolfsburg 253

7.4.3 Gang durch die Gewerke 254

7.5 Automatisierung und Produktivitätsentwicklung 266

7.6 Belegschafts- und Tätigkeitsstrukturen 268

7.6.1 Gastarbeiter für die repetitiven Teilarbeiten 268

7.6.2 Facharbeiter als tragende Säule 270

7.6.3 Abwertung, Aufwertung der Produktionsarbeit oder Polarisierung? 274

7.7 Zwischenresümee 276

8. Automatisierung der Montagearbeit – die Halle 54 bei VW (1970 bis 1990) 279

8.1 Einleitung 279

8.2 Humanisierung der Arbeit 280

8.3 Beginn einer neuen Ära der Modellpolitik und der industriellen Beziehungen 284

8.4 Industrieroboter aus eigener Produktion 288

8.5 Die Geschichte der Halle 54 291

8.5.1 Struktur und Abläufe 294

8.5.2 Grenzen und Weiterentwicklung des Konzepts der Halle 54 300

8.5.3 Mission erfüllt? 302

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

8.5.4 Veränderung des Automatisierungsgrades in den Gewerken 305

8.6 Auswirkungen der Automatisierung auf die Belegschafts- und Tätigkeitsstruktur 306

8.6.1 Entwicklung der Beschäftigtengruppen 306
8.6.2 Veränderung der Tätigkeitsstruktur 308
8.6.3 Die Definition von Tätigkeiten als sozialer Prozess 311

8.7 Zwischenresümee 314

9. Automatisierung unter Lean-Production-Bedingungen (1990 bis 2010) 315

9.1 Einleitung 315

9.2 Zweifel an der Automatisierungsstrategie und die Lean-Production-Wende 316

9.3 Modellvielfalt und Modularisierung 319

9.4 Gang durch die Gewerke und Bilanzierungen 323

9.4.1 Gießerei 324
9.4.2 Mechanische Fertigung und Motorenmontage 327
9.4.3 Presswerk 330
9.4.4 Karosseriebau 334
9.4.5 Lackiererei 339
9.4.6 Fahrzeugmontage 341

9.5 Bilanzierung der Langzeitentwicklung von Automatisierung und Produktivität 347

9.6 Veränderungen der Belegschafts- und Tätigkeitsstruktur – Bilanzierung der langfristigen Verläufe 352

9.6.1 Veränderung der Belegschaftsstruktur 1990–2010 353
9.6.2 Veränderung der Tätigkeitsstruktur in den Gewerken in langfristiger Perspektive 355
9.6.3 Upgrading, Downgrading oder Polarisierung? 358
9.6.4 In der Montage alles Routine? 363
9.6.5 Eine kurze Nachbemerkung zu den Prognosen zur Montagearbeit 365

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

10. Der doppelte Umbruch: Industrie 4.0 und E-Mobilität 367

10.1 Einleitung 367

10.2 Industrie 4.0 – ein Technologiesprung in eine neue Dimension 368

10.3 Der Beginn der Ära der BEV bei Tesla und VW 374

10.3.1 Teslas als Disruptor und als Leitmodell 374

10.3.2 VW: Transformation unter Handlungsdruck 385

11. Schlussfolgerungen 393

Danksagung 399

Literaturverzeichnis 401

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiele automatischer Funktionsabläufe 28

Abbildung 2: Prozesskette der Gewerke bei der Automobilproduktion 32

Abbildung 3: Drechseln mit Handauflage und Drehmaschine mit Kreuzsupport 52

Abbildung 4: Entwicklung ausgewählter Tätigkeitsgruppen in den USA (1850 bis 1990) 71

Abbildung 5: Ford Modell T Touring (Baujahr 1914) 82

Abbildung 6: Kranstrecke im Highland-Park-Werk (1914) 87

Abbildung 7: Hängebahn für den Teiletransport im Werk Highland Park (1914) 89

Abbildung 8: Mechanische Bearbeitung von Zylinderblöcken im Werk Highland Park (1914) 91

Abbildung 9: „Flywheel Magneto"-Montagelinie, Highland Park (1913) 94

Abbildung 10: Installation des Motors in der Chassis-Montage des Modells T im Werk Highland Park (1913) 95

Abbildung 11: Mechanische Fertigung im Werk Highland Park (1915) 99

Abbildung 12: Montage der Kolben für den T-Motor im Werk Highland Park (1914) 101

Abbildung 13: Chassis-Montagelinie in Highland Park (1914) 102

Abbildung 14: Ford-Modell-T-Karosserien bei der Anlieferung im Highland-Park-Werk (1913/14) 103

Abbildung 15: Schwarzlackierung der Modell-T-Karosserie 103

Abbildung 16: Fahrzeugendmontage im Werk Highland Park (ca. 1914) 104

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 17: Beladung eines Eisenbahnwaggons mit Modell-T-Teilen im Werk Highland Park (1915) 105

Abbildung 18: Bewerberansturm nach Einführung des Fünf-Dollar-pro-Tag-Mindestlohns im Werk Highland Park (Januar 1914) 114

Abbildung 19: Arbeiter und Überwacher am Fließband (um 1924) 118

Abbildung 20: Entwicklung der Arbeitsstunden je Fahrzeug und der Verkaufszahlen (1909 bis 1927) 121

Abbildung 21: Pkw-Produktion von Ford in den USA nach Anzahl, Modellen und Modelllaufzeiten (1905 bis 1945) 129

Abbildung 22: Pkw-Absatz von Ford, General Motors und Chrysler in den USA (1911 bis 1937) 130

Abbildung 23: Vom Eisenerz zur Kundenauslieferung in 50 Stunden – Durchlaufzeiten im River-Rouge-Werk und bis zum Käufer (1929) 136

Abbildung 24: Gießerei-Arbeiter im Werk River Rouge (1933) 140

Abbildung 25: Transfermaschine für Kurbelwellenbohrungen im Werk River Rouge (1936) 141

Abbildung 26: Montagelinie für den V8-Motor im Werk River Rouge (1937) 143

Abbildung 27: Pressen des Dachteils (1939) 144

Abbildung 28: Werkzeugbau im Presswerk, River Rouge (1928) 145

Abbildung 29: Vorbereitung zur Verschweißung der Hinterwagen-Karosserie in einer der Monster-Schweißmaschinen 146

Abbildung 30: Nahtschweißer im Karosseriebau des Werks River Rouge (1936) 147

Abbildung 31: Einbau des Motors in das Chassis im Werk River Rouge (1936) 150

Abbildung 32: Arbeiten an der Chassis-Linie im Werk River Rouge (1934) 151

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 33: Der Body Drop beim Modell A im Werk River Rouge (1932) 152

Abbildung 34: Einsatz von Industrierobotern an einer konventionellen Montagelinie 189

Abbildung 35: Kfz-Produktion und Beschäftigung der TMC (1935 bis 2017) 224

Abbildung 36: Beschäftigung in Toyotas Montagewerken in Japan (1972 bis 2005) 225

Abbildung 37: Automatisierungsgrade in den Gewerken der japanischen Automobilhersteller (1992)* 233

Abbildung 38: Pkw-Produktion und Beschäftigte in der Automobilindustrie in Deutschland (1901 bis 1938) 246

Abbildung 39: Entwicklung der Käfer-Produktion und der Anzahl der Produktionsarbeiter im Werk Wolfsburg (1945 bis 1975) 252

Abbildung 40: Teileentnahme aus einer Großpresse im Werk Wolfsburg (1957) 256

Abbildung 41: Transferstraße im Presswerk im Werk Wolfsburg (1958) 257

Abbildung 42: Zusammenbau des Vorderwagens am Aufbaubock im Karosseriebau Werk Wolfsburg (Ende der 1950er Jahre) 258

Abbildung 43: Hinterwagen-Karussell im Karosseriebau Werk Wolfsburg (1962) 259

Abbildung 44: Auf dem Weg zur „Hochzeit“ (Mitte der 1960er Jahre) 264

Abbildung 45: Montagearbeit im Vorderwagen im Werk Wolfsburg (1962) 264

Abbildung 46: Entwicklung der Produktivität (Arbeitsstunden pro Fahrzeug) im Werk Wolfsburg (1949 bis 1971) 266

Abbildung 47: Entwicklung der Beschäftigtengruppen im Arbeiterbereich in der VW AG (1950 bis 1970) 271

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 48: Modellspektrum, Produktionsvolumen und Anzahl Leistungslöhner des Werks Wolfsburg (1970 bis 1992) 285

Abbildung 49: Schutzeinrichtungen einer Station mit vier Industrierobotern 291

Abbildung 50: Ablaufstruktur der Montage in Halle 54 (1985) 295

Abbildung 51: Arbeiten im Motorraum des Golf 1 (links) und des Golf 2 (rechts) 296

Abbildung 52: Automatisierte Triebsatzmontage in Halle 54 (1984) 298

Abbildung 53: Automatisierter Einbau des Frontend in Halle 54 299

Abbildung 54: Veränderung des Automatisierungsgrades der Gewerke im Werk Wolfsburg (1975 vs. 1985) 305

Abbildung 55: Belegschaftsentwicklung nach Beschäftigtengruppen und Produktion im Werk Wolfsburg (Stand 31.12. des jeweiligen Jahres; 1970 = 100)* 307

Abbildung 56: Modellspektrum, Produktionsvolumen und Beschäftigungsentwicklung des Werks Wolfsburg (1990 bis 2011) 320

Abbildung 57: Entwicklung des Automatisierungsgrads in den Gewerken im Werk Wolfsburg (1966 bis 2012, in %) 348

Abbildung 58: Stunden pro Fahrzeug (1910-2020) 349

Abbildung 59: Belegschaftsentwicklung nach Beschäftigtengruppen und Produktion im Werk Wolfsburg (1992 bis 2016; 1992 = 100) 353

Abbildung 60: Veränderung der Tätigkeitsstruktur an den Maschinen und Anlagen im Karosseriebau (1978 bis 2015; in %) 359

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl Beschäftigte nach ausgewählten Wirtschaftszweigen in England und Wales (1861) 46

Tabelle 2: Entwicklung der Preise, Produktivität, Lohnkosten, Materialkosten und Profit pro Fahrzeug (1909 bis 1916), 1909 = 100) 83

Tabelle 3: Anteile der Tätigkeitsgruppen im Highland Park Werk 1913 107

Tabelle 4: Anteile der Tätigkeitsgruppen im Highland Park Werk 1917 108

Tabelle 5: Tätigkeitsgruppen der Arbeiter in der US-amerikanischen Automobilindustrie (1923) 111

Tabelle 6: Beschäftigtenstruktur nach Produktionsbereichen im River-Rouge-Werk (Oktober 1937) 137

Tabelle 7: Produktivität (Std./Fzg.) im Werk River Rouge und in Zweigwerken (1933-1938) 153

Tabelle 8: Sieben Einflussfaktoren auf die Produktivität – Vergleich von Technologie, Management und Organisation 195

Tabelle 9: Geplante Qualifikationsstruktur im Volkswagenwerk 249

Tabelle 10: Beschäftigtenstruktur in der alten und der neuen Anlage 261

Tabelle 11: Qualifikationsstruktur der Arbeiter im Rohkarosseriebau vor und nach der Inbetriebnahme der Transferstraßentechnologie in den 1960ern 262

Tabelle 12: Beschäftigtenstruktur im Arbeiterbereich nach Berufsabschluss und ausgeübter Tätigkeit in der VW AG (1955 und 1992) 272

Tabelle 13: Veränderung der Anzahl Arbeiter in ausgewählten Tätigkeitsgruppen im Werk Wolfsburg (1980 vs. 1990) 309

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Tabelle 14: Kenngrößen zum Wandel im Presswerk im Werk Wolfsburg (1975 bis 1997) 333

Tabelle 15: Kennzahlen zum Wandel im Karosseriebau im Werk Wolfsburg (1975 bis 2012) 338

Tabelle 16: Kennzahlen zum Wandel in der Lackiererei im Werk Wolfsburg (1975 bis 2012) 340

Tabelle 17: Kennzahlen zum Wandel in der Fahrzeugmontage im Werk Wolfsburg (1975 bis 2012) 345

Tabelle 18: Tätigkeitsstruktur im Arbeiterbereich in ausgewählten Gewerken (1978 und 2015) 355

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abkürzungen

ADGB	Allgemeiner Deutscher Gewerkschaftsbund
AFL	American Federation of Labor
AGV	Automated Guided Vehicle
AI	Artificial Intelligence (künstliche Intelligenz)
ASME	American Society of Mechanical Engineers
BAZ	Bearbeitungszelle
BEV	Battery Electric Vehicle
BLS	Bureau of Labor Statistics (USA)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BR	Betriebsrat
CAD	Computer-Aided Design
CAE	Computer-Aided Engineering
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CIM	Computer-Integrated Manufacturing
CKD	Completely Knocked Down
CNC	Computerized Numerical Control
DAF	Deutsche Arbeiter-Front
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DIN	Deutsche Industrienorm
DMC	DataMatrix-Code (nach ISO-Norm standardisierter 2D-Barcode zur Teilekennzeichnung)
DNC	Direct Numerical Control
DPP	Digitale Produktions-Plattform
ECU	Electronic Control Unit
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EPA	Environmental Protection Agency (USA)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ERP	Enterprise Resource Planning
EV	Electric Vehicle
FBL	Flexible Body Line
FTS	Fahrerloses Transportsystem
GBL	Global Body Line
GERPISA	Groupe d'Étude et de Recherchge Permanent sur l'Industrie et les Salariés de l'Automobile
GeZuVor	Gesellschaft zur Vorbereitung des Deutschen Volkswagens mbH
GM	General Motors
HdA	Humanisierung der Arbeit
HPV	Hours per Vehicle (Stunden pro Fahrzeug)
HR	Human Resources
IFAP	Institut für Arbeit und Personalmanagement (an der Autouniversität von Volkswagen)
IFO	ifo Institut (Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e.V.)
IGM	Industriegewerkschaft Metall
IHK	Industrie- und Handelskammer
IMVP	International Motor Vehicle Programm
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protokoll
IPA	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
IR	Industrieroboter
IT	Informationstechnik
IuK	Information und Kommunikation
JIT	Just-in-Time-Prinzip
KI	Künstliche Intelligenz
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
KZ	Konzentrationslager

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

MDE	Maschinendatenerfassung
MES	Management Execution System
MESA	Mechanics Educational Society of America (Facharbeitergewerkschaft in den USA)
MIT	Massachusetts Institute of Technology
ML	Montagelinie
MPB	Modularer Produktionsbaukasten
MQB	Modularer Querbaukasten
MRK	Mensch-Roboter-Kooperation
MRP	Material Requirement Planning
NA	Nordamerika
NC	Numerical Control
NDI	Normenausschuss der Deutschen Industrie
NUMMI	New United Motor Manufacturing Incorporated
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (englisch: Organization for Economic Co-operation and Development
OEM	Original Equipment Manufacturer
PSK	Produktstrategie-Kommission
PUMA	Programmable Universal Machine for Assembly
RDA	Reichsverband der deutschen Automobilindustrie
RFID	Radiofrequenz-Identifizierung
RKW	Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft
RP	Record and Playback
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SAE	Society of Automotive Engineers
SMDE	Single Minute Exchange of Dies
SMMT	Society of Motor Manufacturers and Traders Commission (Großbritannien)
SOFI	Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

SUV	Sport Utility Vehicle
TMC	Toyota Motor Company
TPS	Toyota Production System
TQC	Total Quality Control
UAW	United Automobile, Aerospace and Agricultural Implement Workers of America (Gewerkschaft in den USA)
USD	US-Dollar
VW	Volkswagen
Zsb.	Zusammenbau

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

1. Einleitung

1.1 Gegenstand

Automatisierung ist ein Treiber gesellschaftlicher Veränderungen. Sie hat seit der industriellen Revolution am Ende des 18. Jahrhunderts wesentlich zu der enormen Steigerung unseres Güter- und Zeitwohlstandes beigetragen. Sie hat Menschen von mühseliger und monotoner Arbeit befreit, die Verkürzung von Arbeitszeit ermöglicht. Sie hat faszinierende neue Funktionen und Leistungsmöglichkeiten von Maschinen eröffnet. Aber sie ist auch eine Ursache für Arbeitsplatzvernichtung und Abwertung von Produktionsarbeit.

Aus der gesellschaftlichen Sicht erscheint Automatisierung als ein verselbständigter, nicht beherrschbarer Prozess. Es gibt Perioden der Beschleunigung und Verdichtung – auf keinem anderen Gebiet wird so oft von Revolution gesprochen wie im Zusammenhang mit dem Aufkommen neuer Technologien – und es gibt Perioden der Stagnation.

Derzeit gibt es wieder eine Phase der Intensivierung technologischer Entwicklungen unter der Bezeichnung „Industrie 4.0". Eine Generation neuer Techniken und Geschäftsmodelle tritt auf. Erwartet werden ein großer Automatisierungssprung sowie hohe Produktivitätssteigerungen und als Folge tiefgreifende soziale Transformationsprozesse.

Automatisierung ist aber kein neuartiges Phänomen. Die derzeitige Automatisierungswelle trifft also auf Erfahrungen, die schon früher gemacht wurden, und auf Strukturen und Institutionen, die schon früher geschaffen worden sind, um mit den Folgen umzugehen. In der Automobilindustrie trifft sie auf ein in weiten Bereichen bereits bestehendes hohes Niveau der Automatisierung, die das Ergebnis früherer Automatisierungswellen ist. Die Gegenüberstellung von manueller und automatisierter Arbeit, die heute immer noch im Mittelpunkt vieler Diskussionen steht, ist in vielen Bereichen kaum noch von Relevanz.

Im Zentrum der Analyse in diesem Buch stehen nicht die Techniken der Automatisierung und ihre Potenziale, sondern die Prozesse, in denen sie eingesetzt werden. Automatisierung wird gewissermaßen vom Hallenboden – dem „Shopfloor"– her betrachtet. Dadurch relativiert sich die Bedeutung von Automatisierung, sie wird in einem umfassenderen Wirkungszusam-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

menhang als eine Produktivkraft unter vielen gesehen. Erst in diesem Rahmen lassen sich die Bedeutung und das Veränderungspotenzial der neuen Techniken erschließen. Damit ist das Buch auch ein Versuch der Erdung in einer Diskussion, die oft von übersteigerten Erwartungen und krass falschen Prognosen gekennzeichnet ist. Es geht aber nicht darum, die Bedeutung der Automatisierung zu schmälern – das Buch ist voll von beeindruckenden Beispielen der durch sie gesteigerten Produktivität –, wohl aber darum, ihre Wirkmächtigkeit als primäre Triebkraft für Veränderungen zu relativieren.

In dem Buch wird keine Prognose unternommen und nicht über zukünftige Entwicklungen spekuliert. Bezogen auf die Auswirkungen auf Arbeit wendet es sich gegen technikzentrierte und monokausale Erklärungsansätze und gegen vielfach zu beobachtende vereinfachte Vorstellungen von Automatisierungsfolgen.

Untersuchungsfeld ist die Automobilindustrie als Schlüsselbranche des 20. Jahrhunderts. Sie kann auf eine über hundertjährige Geschichte zurückblicken und hat zu den ökonomischen und sozialen Transformationen in dieser Zeit wesentlich beigetragen. Automatisierung hat bei der Entwicklung der Automobilindustrie von Anfang an eine wesentliche Rolle gespielt. Die Auseinandersetzungen, die hier über Automatisierungsfragen stattfanden, und die Regelungen und Gestaltungsansätze, die hier gefunden wurden, hatten oft über die Industrie hinaus wegweisenden Charakter. Mit dem Fokus auf das Thema Automatisierung und Arbeit beschreibt das Buch damit auch ein zentrales Kapitel der Geschichte der Automobilindustrie, die gegenwärtig in eine neue Ära ihrer Entwicklung eintritt.

Die Darstellung verläuft anhand von drei Automobilunternehmen über einen amerikanischen, japanischen und deutschen Erzählstrang bis hin zur Gegenwart. Die Vorgehensweise ist teils narrativ und interpretierend, teils explorativ, denn nach wie vor gibt es viele offene Fragen auf dem Themengebiet.

Das Buch ist industriesoziologisch und wirtschaftshistorisch ausgerichtet, behandelt aber auch ingenieurwissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Aspekte. Es diskutiert historische Entwicklungen, stellt aber keine geschichtswissenschaftliche Abhandlung dar. Es setzt sich mit Theorien auseinander, ist aber keine auf Theoriebildung angelegte Studie. Es richtet sich nicht nur an die Fachexperten. Die Darstellung ist bestrebt, die Sache einfach und nachvollziehbar auch für Nichtexperten zu machen – und hoffentlich auch ein wenig spannend.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

1.2 Zentrale Fragen

Im Mittelpunkt der Darstellung stehen drei Gruppen von Fragen:

Erstens Fragen nach dem bisherigen Verlauf und dem derzeit erreichten Stand der Automatisierung.

Hier geht es um die Rekonstruktion der langen Entwicklungslinien. Verlief die Entwicklung des Automatisierungsgrades eher als ein kumulativer Prozess, quasi von links unten nach rechts oben in einem Diagramm? Wie spiegeln sich Phasen der Dynamisierung technischer Veränderungen in Veränderungen des Automatisierungsgrades unterschiedlicher Produktionsbereiche wider?

Bezogen auf den heute erreichten Stand der Automatisierung ist die verbreitete Annahme, dass in der industriellen Produktion ein besonders großer Automatisierungssprung stattfinden wird. Aber von welchem Niveau ausgehend dieser Sprung erfolgt, wie weit die Automatisierung der Automobilproduktion bereits fortgeschritten ist, und welche Unterschiede es zwischen den Produktionsbereichen in dieser Hinsicht gibt, ist kaum bekannt. Wie weit ist man von einer Vollautomatisierung noch entfernt, welche Spielräume für einen Höherautomatisierung existieren überhaupt noch?

Im Diskurs über Automatisierung wird der technologischen Entwicklung und dem Aufkommen neuer Techniken eine zentrale Bedeutung beigemessen. Lässt sich dies anhand der Verlaufsmuster der Automatisierung belegen? Waren sie der entscheidende Treiber für Veränderungen in den untersuchten Bereichen, wurden durch sie die Einsatzschwerpunkte und die Arten der Automatisierung bestimmt oder waren es übergreifende Prinzipien und neue Produktionskonzepte, oder gab es andere Gründe? Wie wirkten sich vermeintliche industriellen Revolutionen in den untersuchten Werken aus? Diese Frage bezieht sich auf die neueren Theorien einer Periodisierung der industriellen Entwicklung nach der Abfolge solcher Revolutionen beginnend mit der ersten und „klassischen" in der Mitte des 18. Jahrhunderts. Als Auslöser dieser Revolutionen wird dabei das Aufkommen neuer Technologien gesehen. Populär wurde dieser Ansatz durch das Kürzel „Industrie 4.0", das auch im Untertitel dieses Buches genannt wird. Es wurde Anfang der 2010er Jahre mit Blick auf die neuen Techniken der cyberphysischen Systeme und der künstlichen Intelligenz geprägt, die

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

als Auslöser einer vierten industriellen Revolution gesehen wurden (Vgl. Kagermann et al. 2013).[1]

Ein weiteres Thema in diesem ersten Komplex ist der Zusammenhang von Automatisierung und Produktivität. Welchen Beitrag leistet Automatisierung zur Entwicklung der Produktivität? Hat sich ihre Bedeutung im Zeitverlauf zugunsten anderer Einflussfaktoren verändert? Wie groß ist der Unterschied der Produktivität in der Fahrzeugproduktion, wenn man den heutigen Stand mit dem vor über 100 Jahren vergleicht?

Zweitens Fragen nach Faktoren und Kontextbedingungen, die zum Beispiel erklären, weshalb die Automatisierung nicht, wie von den Prognosen oftmals erwartet, schneller vorangeschritten ist, weshalb bestimmte Tätigkeitsbereiche kaum oder nur langsam automatisiert oder bereits erreichte Automatisierungsstände wieder zurückgenommen wurden.

Ein Schwerpunkt des Interesses liegt dabei auf der Frage nach den Ursachen für die Langlebigkeit des Fließbandes. Woran lag es, dass im Bereich der Montage immer noch die Fließbandarbeit vorherrscht und die Tätigkeiten hier, trotz immer wieder aufkommender anderslautender Prognosen, seit den Anfängen der Massenproduktion bei Henry Ford nur zu einem geringen Maße automatisiert wurden.

Indem die Untersuchung auch der Frage nach der Nicht-Automatisierung nachgeht, weitet sie den Bereich der betrachten Themen stark aus. Damit kommen nun auch Faktoren aus dem Umfeld der Produktion in das Blickfeld: soziale und ökonomische Entwicklungen und damit Veränderungen der Anforderungen an die Produkte, die Bedingungen auf dem Arbeitsmarkt, Veränderungen des Bildungsniveaus und der Ansprüche der Beschäftigten an die Gestaltung der Arbeit, staatliche Regulierung und politische Rahmenbedingungen.

In den Fokus der Betrachtung gelangen so auch stärker die Akteurskonstellationen in den Unternehmen, vorherrschende Denkmuster und Handlungsorientierungen im Hinblick auf Automatisierung als einer möglichen

1 Die Abfolge der Revolutionen wurde hier, zum Grausen für Historiker, wie bei Software-Versionen abgezählt. Die eigentliche erste industriellen Revolution (Industrie 1.0) begann danach um 1750 mit der Einführung mechanisierter Produktionsanlagen, angetrieben von Wasser- oder Dampfkraft; die Bezeichnung Industrie 2.0 bezog sich auf die Einführung der Massenproduktion unter Nutzung von elektrischer Energie und des Fließbandes am Anfang des 20. Jahrhunderts; Industrie 3.0 war gekennzeichnet von dem Einsatz von Elektronik und Computern ab den 1970er Jahren; die Ära der Industrie 4.0 begann danach in den 2010er Jahren und ist gekennzeichnet von der Digitalisierung und dem Einsatz cyber-physischer Systeme.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Form der Bewältigung von Anforderungen und Problemen. Welche Alternativen zum eingeschlagenen Automatisierungspfad wurden diskutiert, welche Faktoren gaben den Ausschlag für einen Richtungswechsel?

Drittens schließlich Fragen nach den Auswirkungen der Automatisierung auf Arbeit. Hierbei stehen strukturelle Aspekte im Vordergrund.

Ein Schwerpunkt liegt hier bei den Veränderungen der Belegschaftsstruktur. Welche Beschäftigtengruppen waren besonders von „Freisetzungen" betroffen, wie veränderte sich als Folge die Zusammensetzung der Belegschaft bezogen auf die unterschiedlichen Beschäftigten- und Statusgruppen?

Eng damit zusammen hängen Fragen nach Veränderungen der Tätigkeitsanforderungen. Welche neuen Tätigkeitsbilder bilden sich in den automatisierten Bereichen heraus, wie verändern sich die Tätigkeiten in den vor- und nachgelagerten Bereichen. Kam es vorwiegend zur höheren oder zu geringeren Qualifikationsanforderungen oder zu einer Polarisierung? Welche Tätigkeitsgruppen waren die Gewinner und welche die Verlierer?

Ein weiterer Schwerpunkt liegt bei Fragen nach Konflikten über Automatisierung und ihrer Auswirkungen. Gab es in der Automobilindustrie Ludditenaufstände wie in England (vgl. dazu in Kap.2) zur Zeit der (ersten) industriellen Revolution? Die Frage wird derzeit im Hinblick auf Industrie 4.0 unter dem Gesichtspunkt der Technikakzeptanz wieder breit diskutiert (vgl. Frey 2019). Welchen Einfluss hatte die Herausbildung von Schutzregelungen, das Vorhandensein einer gewerkschaftlichen Interessenvertretung, gesetzliche Regelungen, Institutionen? Welche Unterschiede in Bezug auf die Auswirkungen auf Arbeit und die Konflikthaftigkeit der Automatisierung lassen sich aufgrund unterschiedlicher institutioneller und organisatorischer Länder- und Unternehmenskontexte beobachten?

1.3 Was bedeutet Automatisierung?

Der Begriff Automatisierung ist im Diskurs über technische Entwicklungen und ihre Folgen allgegenwärtig und wird kaum hinterfragt. Eine neuere Theorie der Automatisierung gibt es nicht, Ansätze in dieser Richtung wurden selten unternommen. Die in diesem Zusammenhang zu erwähnende Literatur stammt zumeist aus den 1950er und 60er Jahren. Im Folgenden wird nun kurz näher auf definitorische Fragen eingegangen. Da es sich hier um eher trockene Ausführungen handelt, können LeserInnen, die

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

eher an den Inhalten der Untersuchung interessiert sind, diesen Teil auch überspringen.

In diesem Buch wird unter Automatisierung die Ersetzung von menschlicher Arbeit, ganz oder teilweise, durch den Einsatz von Technik verstanden. Dies entspricht dem überwiegenden Verständnis in der neueren Diskussion. Dabei werden in den Definitionen oft unterschiedliche Arten von Auswirkungen betont. Der Brockhaus beispielsweise definiert Automatisierung als „Einrichtung und Durchführung von Arbeits- und Produktionsprozessen durch Einsatz geeigneter technischer Aggregate … in einer Weise, dass der Mensch weitgehend von Routine- sowie gefährlichen, gesundheitsschädigenden, körperlich schweren Arbeiten entlastet wird und für ihren Ablauf nicht unmittelbar tätig zu werden braucht." (Brockhaus 2006: 20) Eine andere Definition, die in der Literatur der 1950er und 1960er Jahre oft verwendet wurde, verstand unter Automatisierung „eine Einrichtung des Ablaufs von Vorgängen verschiedenster Art in solcher Weise, daß der Mensch von der Ausführung ständig wiederkehrender gleicher, manueller oder geistiger Verrichtungen und von zeitlicher Bindung an den Rhythmus technischer Anlagen befreit ist." (Dolezalek 1965) Das Deutsche Institut für Normung (DIN) definiert Automatisierung schlichter als das „Ausrüsten einer Einrichtung, so dass sie ganz oder teilweise ohne Mitwirkung des Menschen bestimmungsgemäß arbeitet." (DIN 19233)

Anstelle der Ersetzung menschlicher Arbeit werden in wiederum anderen Definitionen die Auswirkungen des Einsatzes von Automatisierungstechniken auf bereits vorhandene Maschinen und Anlagen betont. Automatisierung bedeutet hier Verringerung der Abhängigkeit von Maschinen von Tätigkeiten, die nach wie vor von Menschen durchgeführt werden müssen. Auch wenn damit die Maschinen in den Fokus der Betrachtung gerückt werden, würden in diesem Fall menschliche Tätigkeiten ersetzt. Die unterschiedlichen Definitionsweisen laufen also auf dasselbe hinaus.

Eine Ursache für definitorische Verwirrung stellt die Identifizierung von Automatisierung mit bestimmten Technologien dar. Das Wort „Automat" und die Konstruktion entsprechender Apparate, die scheinbar ohne menschliches Zutun von selbst funktionieren, existierte schon lange vor der industriellen Revolution. Die Grundlagenwissenschaft, auf der die Funktionsprinzipien dieser Maschinen beruhten, war die Mechanik. Man sprach daher von Mechanisierung, wenn es um die Ersetzung menschlicher Tätigkeiten durch Maschinen ging, wobei es dabei vor allem die Tätigkeiten der Bearbeitung der Produkte und des Transports von Produktteilen und Materialien ging.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Als sich nach dem Zweiten Weltkrieg neue Techniken auf Basis der Elektronik und der Computerwissenschaft verbreiteten, durch die der Mensch auch in der Funktion der Steuerung von Maschinen und der Ausübung geistiger Arbeit ersetzt werden konnte, verwandte man hierfür zur Abgrenzung den Begriff „Automatisierung". Mechanisierung und Automatisierung wurden nun als komplementäre oder auch alternative Wege zur Ersetzung menschlicher Arbeit gesehen. Diese Unterscheidung geriet aber in der Folgezeit zunehmend in Vergessenheit (in Ingenieurskreisen wird sie aber teilweise auch heute noch aufrechterhalten). Im allgemeinen Sprachgebrauch hat sich „Automatisierung" aber als übergreifender Begriff durchgesetzt.[2] Diesem Verständnis folgt auch das vorliegende Buch und verwendet den Automatisierungsbegriff – unabhängig von der zugrundeliegenden Technologie – als Einsatz von Maschinen mit der Folge, dass menschliche Arbeit dadurch ersetzt wird. Der Maschinenbegriff wird dabei entsprechend weit gefasst, bleibt aber begrenzt auf naturwissenschaftlich beschreibbare Wirkungszusammenhänge. Die Analyse folgt hier einer auf älteren Definitionen[3] aufbauenden Definition von Benad-Wagenhoff:

> „Eine Maschine ist ein sachtechnisches System aus Teilelementen, die mechanisch, thermisch, chemisch, elektrisch, optisch usw. in festgelegter Weise funktionieren und so miteinander verknüpft sind, daß mittels ihrer Naturkräfte genötigt werden können, unter bestimmten Prozeßabläufen bestimmte Wirkungen auszuüben." (Benad-Wagenhoff 1993: 49)

2 So heißt es in einer Studie der OECD: „The concept of automation refers to the ability of a machine to perform a given sequence of tasks and meet certain specifications automatically, that is, without human intervention. … Automation is thus a generic title covering mechanisation, electrification, use of electronics and the substitution of power for human efforts." (OECD 1983).

3 Vgl. die vielzitierte Definition von Franz Reulaux, Professor an der TU Berlin um 1900: „Eine Maschine ist eine Verbindung widerstandsfähiger Körper, welche so eingerichtet sind, dass mittels ihrer mechanischen Naturkräfte genötigt werden können, unter bestimmten Bewegungen bestimmte Wirkungen auszuüben". (Reulaux 1900: 247). Im Falle von Computern und IuK-Techniken, bei denen es um Zeichen- und Symbolverarbeitung bzw. -übertragung geht, erscheint diese Formulierung allerdings kaum noch angebracht, aber auch hier handelt es sich um deterministische Wirkungszusammenhänge.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Arbeit kann auf unterschiedliche Weise von Automatisierung betroffen sein. Dies wird an den Beispielen in Abbildung 1 deutlich (Nof 2009):

Abbildung 1: Beispiele automatischer Funktionsabläufe

Maschine/Systeme	Funktion	Ersetzung von
Fliehkraftregler (James Watt, 1788)	Regulierung der Geschwindigkeit	menschlicher Steuerung
Automatischer Webstuhl (Jacquard, 1801)	Weben von Stoffen auch mit komplexen Mustern	menschlicher Arbeit und Überwachung
Automatische Montage von Chassis-Rahmen (A. O. Smith Corp. 1920)	Steuerung der Teile- und Materialzuführung, Steuerung der mechanischen Fertigung und der Montage	menschlicher Arbeit
Wireless Services (ab 2000)	Vorausschauende Steuerung in Verbindung mit Radiofrequenz-Identifizierung (RFID) und Sensor-Netzwerken	keine Ersetzung menschlicher Arbeit, da von Menschen nicht durchführbar

Quelle: modifiziert entnommen aus einer größeren Tabelle in Nof (2009: 19)

Das Beispiel der Wireless Services verweist auf eine neue Qualität – hier stellt sich die Frage der Ersetzung des Menschen laut Nof nicht mehr, ihre Verrichtung durch menschliche Arbeit erscheint als „practically impossible" (Nof: 19). Mit Blick auf die heutigen neuen Techniken der Elektronik, auf Nanotechnologie, Computer und das Internet erscheint eine solche Einschätzung nicht unplausibel, dennoch wird im Weiteren auch hier die Annahme, dass durch sie auf die eine oder andere Weise menschliche Tätigkeiten ersetzt werden, aufrechterhalten.

Die Frage der Motivation, d.h. ob die Ersetzung Ziel der Maßnahme ist oder nicht, spielt für die Begriffsdefinition keine Rolle. Maßnahmen der Automatisierung können auch, wie in den oben zitierten Definitionen, auf andere Wirkungen abzielen als auf die Ersetzung von Arbeit. Für die Unternehmen können beispielsweise auch Fragen der Produktqualität oder der Verringerung von Belastungen und Beanspruchungen im Vordergrund stehen.

Die übliche Messgröße zur Erfassung des Standes der Automatisierung ist der Automatisierungsgrad, der den Anteil der von Maschinen durchgeführten Tätigkeiten an den insgesamt in dem untersuchten Bereich für die Fertigstellung der Produkte erforderlichen Tätigkeiten angibt. Maschine vs.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Mensch, so lautet die gern so archaisch gehaltene Formulierung für den Grundkonflikt, der mit dem Automatisierungsbegriff verbunden wird.

Eine andere Sichtweise ergibt sich, wenn man die Arbeitsproduktivität[4] als Indikator nimmt. Sie misst die Menge an Input von erforderlichen Ressourcen, die notwendig ist, um eine bestimmte Menge an Output von Produkten herzustellen. Aus dieser Perspektive erscheint Automatisierung als einer der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Produktivität eher im positiven Lichte. Der Mensch wird hier nicht als Opfer der Automatisierung gesehen, ausgeschlossen von dessen selbsttätiger Funktionsweise, sondern (bei der physischen Produktivität) als Erzeuger einer immer größeren Menge von Gütern und Dienstleistungen. Beide Indikatoren sind im Prinzip leicht nachvollziehbar, die Messung selbst ist aber oft schwierig, darauf wird gleich noch zurückgekommen.

Die Ersetzung menschlicher Arbeit durch Maschinen, Automatisierung also, ist ohne Zweifel ein wesentlicher Einflussfaktor auf Produktivität, eine zentrale Produktivkraft. Eine Erhöhung der Produktivität lässt sich aber auch mit anderen Maßnahmen erzielen als durch Automatisierung. Hierzu gehören, um die wichtigsten zu nennen:

- Rationalisierungsmaßnahmen zur Erhöhung der Effizienz der vorhandenen Produktionsanlagen und zur Intensivierung der Arbeit[5];
- Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und der Beschäftigungssicherheit, der Qualifizierung und Beschäftigungssicherung, die zur Erhöhung des Leistungsvermögens und der Leistungsmotivation der Beschäftigten führen;
- Maßnahmen der Produktgestaltung beispielweise zur Vereinfachung von Montagetätigkeiten und einer Produktpolitik, die auf verstärkte Standardisierung der Produkte setzt;
- Maßnahmen zur Verlagerung von Produktions- und Dienstleistungstätigkeiten in andere Werke oder Unternehmen, die nur in dem untersuchten Bereich zu einer Erhöhung der Produktivität führen.

Diese Maßnahmen stehen in unterschiedlicher Weise in einem Wechselverhältnis zueinander, setzen einander teilweise voraus und bestärken sich wechselseitig, können aber auch einander widersprechen und als Gestal-

4 Im Weiteren wird der Begriff 'Produktivität' ausschließlich im Sinne der Arbeitsproduktivität verstanden.

5 In der Literatur schließt der Rationalisierungsbegriff teilweise Automatisierung mit ein, so z.B. Landau (2013: 285f). Dem wird hier nicht gefolgt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

tungsalternativen miteinander konkurrieren. Sie basieren auf ganz unterschiedlichen Handlungslogiken, reflektieren unterschiedliche Interessenlagen und besitzen unterschiedliche Konfliktpotenziale, sollen daher im vorliegenden Buch analytisch von Automatisierung unterschieden werden.

Die beiden zentralen Einflussfaktoren auf die Produktivitätsentwicklung sind Automatisierung und Rationalisierung, die erstere kommt mit dem Mantel des wissenschaftlichen Fortschritts einher, die letztere mit dem des sparsamen Wirtschaftens mit den vorhandenen Ressourcen, der Optimierung der vorhandenen Mittel, des Vorgehens in kleinen Schritten. Beide tragen auf ihre Weise zur Erhöhung der Produktivität bei, woraus sich Verteilungsspielräume ergeben für höhere Profite, Lohnsteigerungen, Rückflüsse an Aktionäre. An der Höhe des Produktivitätszuwachses sind alle Stakeholder interessiert. Von Seiten der Gewerkschaften wird in Zusammenhang mit ihren Forderungen nach Lohnerhöhungen mit Blick auf das Management daher auch von einer „Produktivitätspeitsche" gesprochen. Die Automatisierung durch Nutzung neuer Techniken erscheint der beste Weg, um die Forderungen nach höheren Löhnen erfüllen zu können, ohne einen verschärften Leistungsdruck auf die Arbeiter auszuüben und in Billiglohnstandorte auszuweichen. Durch ihre Wirkung auf Produktivität und trägt die Automatisierung zu einer High Road Entwicklung bei.

1.4 Untersuchungsfeld, Methoden und Quellen der Untersuchung

1.4.1 Untersuchungsfeld

Die Wahl der Automobilindustrie als Untersuchungsfeld muss nicht lange begründet werden. Sie wurde zu einem der wichtigsten Anwendungsbereiche von Automatisierungstechniken und unterliegt seit Langem den durch sie bewirkten transformatorischen Auswirkungen auf Arbeits- und Sozialstrukturen.

Im Zentrum der Untersuchung stehen mit Ford, Toyota und VW drei führende Hersteller von Automobilen mit jeweils einigen ihrer Werke in ihren Stammländern. In den Werken richtet sie das Augenmerk auf einige ausgewählte Produktionsbereiche (Gewerke). Die Untersuchung umfasst damit nur einen Ausschnitt der Automobilindustrie insgesamt und auch nur einen Teil der Aktivitäten der untersuchten Unternehmen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Analyse fokussiert dabei jeweils für bestimmte Zeitperioden auf ein bestimmtes Unternehmen und Land:

- für den Zeitraum 1900 bis 1970 auf die Ford Motor Company in den USA und hier insbesondere die Werke Highland Park und River Rouge;
- für den Zeitraum 1950 bis 1990 auf die Toyota Motor Corporation und seine Montagewerke im Umfeld der Unternehmenszentrale in Japan;
- für den Zeitraum 1950 bis heute auf die Volkswagen AG in Deutschland und hier auf das Werk Wolfsburg.

Für die Unternehmensauswahl waren zwei Überlegungen ausschlaggebend: Zum einen sind alle drei Unternehmen Massenhersteller und von ähnlicher Größe; alle drei können, wenn auch mit Einschränkungen, als repräsentativ für Produktionskonzepte und Konfliktlösungsmuster in ihren Ländern angesehen werden. Zum anderen haben alle drei Unternehmen bezogen auf ihre Produktionssysteme phasenweise eine prägende Rolle in der Automobilindustrie besessen. Ford steht für die bahnbrechenden Innovationen, die die Ära der Massenproduktion einleiteten und für die Herausbildung des Produktionssystems, das die Entwicklung der Automobilindustrie mehr als ein halbes Jahrhundert lang maßgeblich prägte. Toyota war der Entstehungsort und das Leitmodell für das Produktionssystem, das das Fordsche System ablöste bzw. wesentlich modifizierte (ein umstrittener Punkt) und das von seinen Protagonisten als *das* Produktionssystem des 21. Jahrhunderts ausgerufen wurde (Womack et al. 1991); Volkswagen steht für eine dezidierte Strategie der Automatisierung unter Bedingungen der Mitbestimmung.

Gegenstand der Untersuchung sind die Prozesse der Produktion von Automobilen. Auch wenn damit die Produkte nicht im Mittelpunkt stehen, so spielen Fragen der Produktgestaltung und der Produktpolitik doch eine wichtige Rolle. Die Herstellverfahren und Tätigkeitsanforderungen in der Produktion werden durch sie stark beeinflusst. Das Automobil in der Frühzeit der Automobilindustrie unterscheidet sich um Welten von den Fahrzeugen, die wir heute kennen. In Bezug auf die grundlegende Fahrzeugarchitektur und die zentralen Komponenten und Funktionsprinzipien besteht dennoch in vieler Hinsicht eine Kontinuität, die es ermöglicht, intertemporale Vergleiche vorzunehmen. Derzeit steht das Produkt im Zentrum eines epochalen Wandels, der mit tiefergreifenden Veränderungen einhergeht. Mit der Beendigung von Antriebssystemen auf Basis von Verbrennungsmotoren wird das Automobil praktisch neu erfunden. Die bisherigen zentralen, Komponenten entfallen, gleichzeitig wird mit dem autonomen Fahren

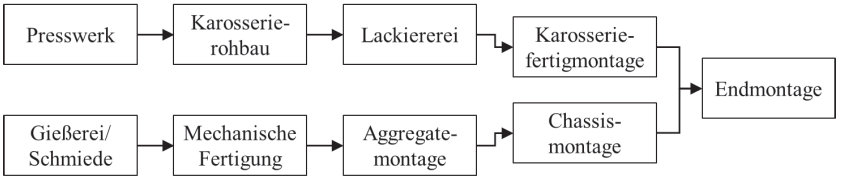
https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

der Schritt zu einer Vollautomatisierung des Automobils als einer sich selbst steuernden Maschine unternommen, was eigentlich schon immer in seiner Begriffsbezeichnung enthalten war.

Eine weitere Entscheidung betrifft den Untersuchungsansatz auf der Ebene der Gewerke[6]. Automobile bestehen aus Tausenden von Teilen, die auf unterschiedliche Weise und oft in räumlich und organisatorisch eigenständigen Bereichen hergestellt werden. Alle Grundverfahren des Produzierens (gemäß DIN 8580)[7] und die entsprechenden Gewerke sind im Automobilbau vertreten, davon wurden die wichtigsten in die Studie einbezogen.

An dieser Stelle sollen diese Gewerke kurz vorgestellt werden. Abbildung 2 zeigt in sehr vereinfachter Form die Wertschöpfungskette des Automobilproduktion:

Abbildung 2: Prozesskette der Gewerke bei der Automobilproduktion



Quelle: eigene Darstellung

Die untere Prozesskette in Abbildung 2 umfasst hier das Gießen bzw. Schmieden von Teilen aus Metall, größtenteils aus Stahl; vorgelagert sind die Rohstoffgewinnung sowie Eisen- und Stahlerzeugung, auf die nur in Kapitel 2 kurz eingegangen wird. In der Prozesskette folgt die Mechanische Fertigung; hier werden die Rohteile in ihre endgültige Form gebracht, indem überschüssiges Material abgetragen wird (daher wird dieser Prozess auch „spanabhebende" Fertigung genannt). In der Anfangszeit der industriellen Automobilproduktion waren dies gemessen an der Anzahl der Be-

6 Der Begriff „Gewerke" wird heutzutage nur noch selten benutzt. Er bezeichnet Produktionsbereiche in der Wertschöpfungskette von Unternehmen, die sich aufgrund ihrer eigenen Fertigungsverfahren und Tätigkeitsstrukturen deutlich voneinander unterscheiden und oft auch organisatorisch deutlich voneinander abgegrenzt sind.

7 Die Norm teilt die Fertigungsverfahren in sechs Hauptgruppen ein: (1) Zusammenhalt schaffen durch Urformen, (2) Zusammenhalt beibehalten durch Umformen, (3) Zusammenhalt vermindern durch Trennen, (4) Zusammenhalt vermehren durch Fügen oder (5) durch Beschichten, (6) Stoffeigenschaften ändern, z.B. durch Wärmebehandeln oder Konditionieren.)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

schäftigten und der Wertschöpfung die wichtigsten Gewerke. Es folgt die Montage der Teile zum Motor, Getriebe, Kühler (den sog. Aggregaten) und abschließend die Montage des Chassis bestehend aus dem Antriebssystem und dem Fahrwerk.

Die obere Prozesskette beginnt mit dem Presswerk, einem Gewerk, das erst mit den Stahlkarosserien an Bedeutung gewann. Hier erfolgt die Umformung von Stahlblechen (später aus Blechen aus Leichtmetallen wie Aluminium und anderen Materialien) in Karosserieteile. Im anschließenden Karosseriebau (auch einfach als Rohbau bezeichnet) werden diese zur vollständigen Karosserie zusammengefügt. Dies ist genau genommen ein Montageprozess, in Bezug auf die eingesetzten Techniken unterscheidet er sich allerdings stark von den übrigen Montagetätigkeiten und wird daher als gesonderter Bereich behandelt.[8] In der Prozesskette folgen danach die Lackiererei und daran anschließend die Fahrzeugmontage. Diese umfasst die Karosseriefertigmontage, in der Anbau- und Einbauteile befestigt werden, den Zusammenbau von Chassis und Karosserie und zuletzt die Endmontage mit abschließenden Einbau- und Prüftätigkeiten. Wenn nicht näher spezifiziert wird, bezieht sich die Bezeichnung "Montage" im Weiteren auf alle drei Teilprozesse.

Die Bedeutung der Gewerke hat sich bezogen auf ihren Anteil an der Wertschöpfung und der Beschäftigung im Zeitverlauf stark verändert. In der Anfangsphase lag das Gewicht, wie oben erwähnt, auf den Gewerken im unteren Teil der Abbildung. Heute liegt es bei den Gewerken im oberen Teil. Die Montageprozesse wurden mehr und mehr zur Kernaktivität der Automobilhersteller. Mit der Umstellung auf E-Fahrzeuge verändert sich die untere Prozesskette in der Abbildung derzeit grundlegend, die obere ist nicht so stark davon betroffen.

1.4.2 Methoden und Quellen der Untersuchung

Die wichtigste Untersuchungsmethode war die Sekundäranalyse der (deutsch- und englischsprachigen) Literatur, wobei hier sowohl zeitgenössische als auch neuere Studien herangezogen wurden.

Eine weitere Methode sind eigene Recherchen in den historischen Archiven von Ford und Volkswagen und entsprechende Dokumentenanalysen,

8 Das ist vor allem in der amerikanischen Literatur anders, was zu Missverständnissen führen kann, wie sich im weiteren Verlauf der Darstellung noch zeigen wird.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

wobei dies im Falle der Ford Motor Company Archives coronabedingt nur online und mit Unterstützung der dortigen Mitarbeiter geschehen konnte.

Für die Zeit ab den 1980er Jahren wurde teilweise auch auf eigene Forschungen zurückgegriffen, die bis Anfang der 2010er Jahre in verschiedenen Projekten mit unterschiedlichen Fragestellungen durchgeführt wurden.[9] Die Untersuchungsmethoden waren dabei Interviews mit Managern, Beschäftigten und betrieblichen Interessenvertretern, Dokumentenanalysen und Beobachtungen in den Betrieben. Zu einzelnen Aspekten aktueller Entwicklungen wurden vom Autor darüber hinaus im Rahmen der vorliegenden Studie weitere Interviews durchgeführt.

Eine wichtige Quelle waren schließlich auch Fotos, die die historischen Archive von Ford und Volkwagen dankenswerterweise zur Verfügung gestellt haben. Diese und weitere in den Archiven eingesehene Fotos dienten insbesondere der Analyse von Fertigungsstrukturen in der Anfangszeit und spielen auch eine wichtige Rolle bei der Darstellung, da ein Foto oft mehr sagt als eine lange Beschreibung.

Der Schwerpunkt der Untersuchung lag bei möglichst dichten Beschreibungen der Abläufe und der eingesetzten Prozesstechniken und Tätigkeitsstrukturen, um dem Leser dazu zu verhelfen, sich ein eigenes Bild zu machen.

Die Untersuchung war bestrebt, auch quantitativ ein möglichst präzises Bild des Verlaufs und des jeweils erreichten Standes der Automatisierung zu gewinnen. Eigene Messungen des Automatisierungsgrades oder der Arbeitsproduktivität wurden nicht durchgeführt. Soweit eigene Schätzungen unternommen werden, beschränken sie sich in der Regel auf eine Einordnung in Zwanziger-Schritte auf der Prozentskala (sehr niedrig-niedrig-mit-

9 Hierbei handelte es sich oft um Projekte mit einem Fokus auf Entwicklungen in der Automobilindustrie, darunter ein Projekt über Umstrukturierungen in Produktionsbetrieben in den USA, Großbritannien und Deutschland, das 1983 bis 1987 im Rahmen des Projekts „The Future of the Automobile“ am MIT durchgeführt wurde (vgl. Jürgens/Dohse/Malsch 1989), ein Projekt über Automatisierung der Montagearbeit in Deutschland und Japan 1990 bis 1994 (vgl. Shimokawa et al. 1997), Projekte über das japanische Produktionsmodell und die Rezeption von Lean Production in deutschen Unternehmen und über Veränderungen der Zulieferbeziehungen und Produktionsverlagerungen im Zuge der Osterweiterung in der EU im Rahmen des internationalen Forschungsprogramms GERPISA 1996 bis 2006 (vgl. Boyer et al. 1998; Jürgens/Krzywdzinki 2010) sowie Projekte im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zwischen dem Wissenschaftszentrum Berlin und dem Institut für Arbeit und Personalmanagement an der Autouniversität von Volkswagen (IFAP) 2008–2017 (vgl. Jürgens/Krzywdzinski 2016).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

tel-hoch-sehr hoch). Wenn von den Unternehmen Angaben über den Automatisierungsstand veröffentlicht bzw. in der Forschungsliteratur genannt werden, wurden diese für die Analyse herangezogen. Insgesamt konnte sich die Untersuchung in dieser Hinsicht nur auf wenige Datenquellen stützen; hier besteht ein deutlicher Kontrast zwischen dem großen Interesse an Fragen der Automatisierung im Diskurs und der dazu vorliegenden empirischen Evidenz über den Stand und den Entwicklungsverlauf in den Betrieben.

Auch bezogen auf den Verlauf der Produktivitätsentwicklung konnte sich die Studie nur auf wenige Datenquellen stützen. Dies gilt insbesondere für Daten über die langfristigen Entwicklungen der Produktivität auf der Ebene der Gewerke.

Exkurs: Messung von Automatisierung

Die am häufigsten verwendete Messgröße ist der *Automatisierungsgrad*. Dies ist an sich ein einfach nachzuvollziehender Indikator. Er misst den Anteil der von Maschinen (im weiten Sinne) verrichteten Funktionen[10] an den insgesamt im untersuchten Bereich von Menschen und Maschinen ausgeübten Tätigkeiten bzw. Funktionen, die der Fertigstellung der hier hergestellten Produkte dienen. Eine andere Möglichkeit, Automatisierung zu messen, basiert auf dem Ansatz der Automatisierungsstufen, der auf Unterschiede im Entwicklungsstand der eingesetzten Automatisierungstechniken abstellt, auf ihn soll an dieser Stelle aber nicht weiter eingegangen werden (mehr dazu in Kapitel 5).

Die Ermittlung des Automatisierungsgrades setzt die genaue Kenntnis der Prozessabläufe in der Fertigung sowie der begleitenden Tätigkeiten, die für die Fertigstellung der (Teil-) Produkte erforderlich sind, in dem jeweiligen Bereich voraus. Für die Betriebsinsider ist die Messung des Automatisierungsgrades kein Problem. Wenn es sich um größere Bereiche der Produktion handelt, ist allerdings auch hier ein erheblicher Aufwand notwendig.

10 Die Formulierung erscheint aufgrund der Unterscheidung zwischen Tätigkeiten und Funktionen recht umständlich, damit soll auf den grundlegenden Unterschied zwischen Menschen und Maschine hingewiesen werden. Die Maschinen üben keine Tätigkeiten aus, sondern führen bestimmte Funktionen aus, die ihnen durch ihre Konstruktion und Steuerung vorgeben sind. Daher ersetzen sie auch nicht die menschlichen Tätigkeiten. Das Problem der Vermenschlichung von Maschineneigenschaften oder -funktionen überdeckt, was die Maschinen wirklich „tun".

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Ein Beispiel ist eine in der zweiten Hälfte der 1950er Jahre vom Leiter des Daimler-Benz-Werks Untertürkheim in der Mechanischen Fertigung durchgeführte Untersuchung. (Moll 1961; Moll/Ulbricht 1957), auf die in der späteren Darstellung mehrfach Bezug genommen wird. In diesem Bereich arbeiteten zu dieser Zeit etwa 12.000 Beschäftigte an rund 5.000 Werkzeugmaschinen. Zur Ermittlung des Automatisierungsgrades wurden von Moll/Ulbricht die folgenden Schritte durchgeführt:

> Die von Menschen an den Maschinen durchgeführten Arbeiten wurden im ersten Schritt in Grundfunktionen aufgegliedert. Jede der vorgefundenen 32 Grundfunktion wurde im zweiten Schritt unter Berücksichtigung der physischen und psychischen Anstrengung nach ihrer Schwierigkeit bewertet. Im dritten Schritt wurde der Anteil jeder Grundfunktion am Bearbeitungszyklus jeder einzelnen Maschine ermittelt. Das Produkt von Schwierigkeitsgrad und aufgewendeter Zeit ergab den sog. Arbeitswert der jeweiligen Grundfunktion. Im vierten Schritt wurde die Anzahl und Art der automatisierten Grundfunktionen an jeder Einzelmaschine festgestellt. Die Summe der Arbeitswerte der automatisierten Grundfunktionen ergab dann den Automatisierungsgrad der Maschine. Im fünften Schritt wurde der Automatisierungsgrad in der gesamten Mechanischen Fertigung festgestellt, indem der durchschnittliche Automatisierungsgrad der 81 unterschiedlichen Maschinenarten des Betriebes errechnet wurde. Aus dem durchschnittlichen Automatisierungsgrad der einzelnen Maschinenarten und der Anzahl der Maschinen je Maschinenart ergab sich schließlich der Grad der Automatisierung der gesamten Mechanischen Fertigung. (Zusammenfassung auf Basis von Moll/Ulbricht 1957: 117f.)

Ein so großer Aufwand wie bei Daimler-Benz wurde seither, soweit bekannt, von keinem anderen Unternehmen zur Ermittlung des Automatisierungsgrades betrieben. Dabei bezog sich die Messung nur auf einen Zeitpunkt. Moll/Ulbricht stellten in dem Artikel, in dem sie ihre Untersuchungsergebnisse präsentierten, auch einige Überlegungen zum Stand der Automatisierung in der Vergangenheit bis in das 19. Jahrhundert hinein an, auf die in der weiteren Darstellung noch Bezug genommen wird. Ansonsten aber liegen für die Zeit vor 1950 keine vergleichbaren Daten vor. Für diese Zeit konnten in den folgenden Kapiteln nur eigene Schätzungen auf Basis der Beschreibungen vorgenommen werden.

Noch aufwendiger als bei der Untersuchung von Moll/Ulbricht wird es, wenn die Veränderung des Automatisierungsgrades im Zeitverlauf nachver-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

folgt werden soll. Die Schwierigkeit bei der Nachverfolgung längerfristiger Veränderungsverläufe besteht in der Kontrolle von Faktoren, die die Höhe des Automatisierungsgrades beeinflussen, ohne dass in dem Bereich, in dem er gemessen wird, Veränderungen bei der eingesetzten Technik stattgefunden haben. Hierbei kann es sich um Veränderungen in der Produktkonstruktion handeln, durch die Arbeitsumfänge entfallen oder zunehmen oder um Veränderungen in der Fertigungs- oder Dienstleistungstiefe, durch die Arbeitsumfänge ebenfalls entfallen oder zunehmen (durch Outsourcing oder Insourcing) können, um nur die wichtigsten zu nennen. Eine Vergleichbarkeit von Angaben über Automatisierungsgrade zu unterschiedlichen Zeitpunkten oder auch zwischen unterschiedlichen Unternehmen ist nur gegeben, wenn diese Faktoren berücksichtigt werden, und dies wird im Falle längerfristiger Verläufe zu einer immer schwieriger werdenden Aufgabe.

Der Automatisierungsgrad ist für die Unternehmen keine relevante Steuerungsgröße (wie z.B. die Produktivität), daher wird er nur selten erhoben und wenn, dann für die Außendarstellung aus Imagegründen. Daher gehen sie üblicherweise bei der Erfassung pragmatisch vor, was in der Regel auch in der Forschungsliteratur geschieht.

Zum einen beschränken sich die Untersuchungen des Automatisierungsgrades oft auf die unmittelbaren produktbezogenen (direkten) Tätigkeiten, die übrigen für die Durchführung der Produktion erforderlichen (im engeren oder im weiteren Sinne direkten) Tätigkeiten des Transports, der Qualitätskontrolle, Instandhaltung, aber auch der Programmierung der Anlagen, Qualifizierung u.a. werden nicht mitberücksichtigt.

Zum andern bezieht sich die Messung des Automatisierungsgrades nur auf quantitative Größen (Menge der ersetzten Tätigkeiten, Menge der hergestellten Produkte), ohne Berücksichtigung qualitativer Unterschiede. Im Falle der produzierten Fahrzeuge aber ist der Arbeitsaufwand aufgrund wachsenden Anteiles an höherwertigen Fahrzeugen im Produktionsprogramm und der Zunahme unterschiedlicher Varianten und Modelle im Zeitverlauf stark gestiegen, was bei der Betrachtung allein der Menge produzierter Fahrzeuge nicht zum Ausdruck kommt. Ein Ansatz könnte in der Verwendung einer Stufenleiter der Automatisierung bestehen, wie sie in den 1950er/60er Jahren breit diskutiert wurden. Darauf wird in Kapitel 5 näher eingegangen.

Die Einschränkungen, die sich durch die Verwendung von Mengengrößen bei der Messung des Automatisierungsgrades ergeben, gelten teilweise auch für Produktivitätsanalysen, die auf Basis physischer Größen

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

vorgenommen werden, wie im Falle der in späteren Kapiteln häufig verwendeten Messgröße der ‚Anzahl produzierter Fahrzeuge pro geleisteter Stunde Arbeit' (Jobs per Hour). Ein Anstieg der Produktivität ergibt sich hier, wenn dieselbe Menge an Fahrzeugen durch einen geringeren Einsatz von Arbeit hergestellt werden kann. Eine Alternative wäre die ökonomische Produktivitätsanalyse, die auf Basis von Preisgrößen erfolgt und (für unternehmensbezogene Analysen) Daten der Gewinn- und Verlustrechnung verwendet. Veränderungen der Qualität der Fahrzeuge würden in diesem Falle berücksichtig, da diese sich in höheren Preisen widerspiegeln würden.

Ein Vorteil einer wirtschaftlichen Produktivitätsanalyse besteht in der Möglichkeit der Differenzierung zwischen dem Effekt der Erhöhung des Automatisierungsgrades (anhand der Veränderung der Kapitalintensität d.h. dem relativen Anteil des Faktors Kapitel an den insgesamt eingesetzten Input) und dem Effekt, der sich aus dem Einsatz neuer Technologien ergibt (anhand der Total Factor Productivity (TFP). Der Einsatz neuer Technologie ist einer der Bestandteile der TFP, aber welchen Anteil er an der Erklärung der TFP besitzt lässt sich nicht exakt bestimmen. Ohne genauere Kenntnisse der Kontexte und Ereignisfolgen ist dies nicht möglich. Die Versuche zu einer genaueren Bestimmung der Komponenten der TFP und ihrer relativen Bedeutung bilden ein zentrales Thema der neueren Produktivitätsforschung. (Vgl. Syversen 2011) Für seine Langzeitanalyse der Produktivitätsentwicklung in den USA hat Robert Gordon in einer Langzeituntersuchung der Produktivitätsentwicklung in den USA, auf die im weiteren Verlauf des Buches häufiger Bezug genommen wird, entsprechende Berechnungen durchgeführt (Gordon 2016; vgl. auch Goldin et al. 2023), darauf wird in späteren Kapiteln zurückgekommen.

Der Bezug zu den realen Veränderungen in den Betrieben ist bei diesem Ansatz allerdings schwerer herzustellen, abgesehen davon, dass Preisdaten auf der Ebene der Gewerke auch nicht verfügbar sind und die Studien zumeist auf höherer Aggregationsebene durchgeführt werden.

Eine nähere Befassung mit diesen Fragen würde den Rahmen sprengen. Sie sind für weiterführende Analysen, die auf der Zusammenführung quantitativer Daten und qualitativer Prozess- und Kontextbeschreibungen beruhen müssen, sicherlich relevant. Das vorliegende Buch legt, wie oben schon erwähnt, den Schwerpunkt auf die Prozess- und Kontextbeschreibungen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

1.5 Darstellungsweise und Inhalt

Die Darstellung verfolgt drei Zielsetzungen:

- Sie ist im Prinzip chronologisch angelegt und sucht Entwicklungen in ihrem zeitlichen Kontext nachzuvollziehen; zugleich aber sucht sie durch Voraus-, Zurück- und Querblicke Zusammenhänge aufzuzeigen. Die Entwicklungen werden nicht nur aus heutiger Sicht von ihrem Endpunkt her betrachtet, sondern auch mit Blick auf die Erwartungen und Bewertungen sowie den Erkenntnisstand der handelnden Akteure und der für sie bestehenden Ungewissheiten bezogen auf die Ergebnisse ihres Handelns in der Zukunft.
- Sie ist bestrebt, angesichts der oft pauschalisierenden Tendenzaussagen in der Diskussion, konkreter nach Größenordnungen zu fragen und Wirkungszusammenhängen nachzugehen. Zugleich will sie auf offene Frage hinweisen und auf eigene Zweifel an Daten und Befunden deutlich machen. Sie ist nicht auf die Überprüfung von Thesen und auf Theoriebildung angelegt und verfolgt keine strikte theoriebezogene Agenda.
- Sie bemüht sich um eine möglichst einfache und lebendige Darstellungsweise, die es erlaubt, die Entwicklungen, Konzepte, Handlungen nachzuvollziehen, auch einmal spannend zu erzählen. Sie versucht damit einen breiteren Kreis anzusprechen als die Experten der verschiedenen Themenbereiche.

Zum Inhalt des Buches an dieser Stelle nur kurz:

Es umfasst neben Einleitung und Schluss neun Kapitel. Jedes Kapitel beschreibt eine eigene Episode und behandelt die drei oben genannten Fragekomplexe. Im zweiten Kapitel wird die „Vorgeschichte“ im 19. Jahrhundert vorgestellt; im dritten und vierten, teilweise auch im fünften Kapitel geht es um die Entwicklungen bei Ford im Zeitraum von 1910 bis 1980. Das sechste Kapitel befasst sich mit der Entwicklung bei Toyota. Die Kapitel 7 bis 9 behandeln die Entwicklung bei VW in Deutschland von den 1950er Jahren bis heute. Im abschließenden Kapitel 10 werden die aktuellen Entwicklungen, die von den sich überlagernden Umbrüchen des Wechsels zur E-Mobilität und durch Industrie 4.0 geprägt sind, beschrieben und die Rolle von Tesla als Leitmodell für den Wandel in die Ära der Elektromobilität diskutiert. In Kapitel 11 werden einige Schlussfolgerungen im Hinblick auf die zentralen Fragen der Untersuchung gezogen.

Die Kapitel werden jeweils durch einen Überblick über den Inhalt eingeleitet. Jedes der Kapitel beschreibt eine in sich abgeschlossenen Periode,

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

sodass die LeserInnen der Kapitelabfolge nicht unbedingt folgen müssen. Um Doppelungen zu vermeiden, erfolgt daher an dieser Stelle keine nähere Übersicht über den Inhalt der Kapitel.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

2. Vorgeschichte der Automobilindustrie im 19. Jahrhundert

2.1 Einleitung

Das Konzept eines Automobils existierte schon vor der industriellen Revolution. So entwarf der holländische Physiker Christiaan Huygens bereits um 1680 einen Verbrennungsmotor mit Zylinder und Kolben, bewegt durch Schießpulverexplosionen. Die Entwicklungen auf diesem Gebiet wurden jedoch von den Fortschritten bei der Dampfmaschine überholt. Eine Dampfmaschine war denn auch das Antriebsaggregat für das erste Automobil. Dieses wurde von Nicolas Cugnot 1769 in Frankreich für den Transport schwerer Militärausrüstung gebaut. Das Fahrzeug war wegen der Platzierung der Dampfmaschine auf der Vorderachse kaum zu lenken. Bei einer Vorführung rammte es eine Kasernenmauer. In Cornwall im Vereinigten Königreich schaffte es Trevithick 1801 mit seinem „Puffing Devil", einen Hang hochzufahren. Alessandro Volta erfand 1775 die erste funktionierende Batterie, in den 1830er Jahren wurde von Robert Anderson in Schottland das erste Elektrofahrzeug entwickelt. Aber wesentliche Dinge (wie ein Getriebe mit Rückwärtsgang) fehlten noch über eine längere Zeit. Das erste fahrtüchtige Fahrzeug mit Verbrennungsmotor wurde 1885 von Carl Benz in Deutschland gebaut, die ersten in den USA 1893 von den Duryea Brüdern. Ende des 19. Jahrhunderts standen aber dann fast gleichzeitig für alle drei Antriebssysteme fahrtüchtige Automobile bereit.

Soviel nur zur Entstehungsgeschichte des Automobils (vgl. näher Möser 2002). Das Produkt „Automobil" spielt eine wichtige Rolle im Rahmen der weiteren Untersuchung, es soll jedoch an dieser Stelle nicht näher betrachtet werden. Gegenstand dieses Kapitels ist die Herausbildung der Voraussetzungen für eine Massenproduktion von Automobilen, d.h. die Vorgeschichte der Automobil*industrie*. Konstitutiv dafür waren erstens technische Entwicklungen auf unterschiedlichen Feldern, zweitens organisatorische Entwicklungen und drittens soziale Transformationsprozesse.

Im Abschnitt 2.2 wird der Prozess der Herausbildung der Fähigkeiten zur Herstellung von Produkten, die aus einer Vielzahl unterschiedlich geformter Metallteile bestehen, dargestellt. Von solchen Produkten existierten Anfang des 19. Jahrhunderts nur wenige, und wenn, dann waren es Unikate, deren Teile nicht untereinander ausgetauscht werden konnten. Die Einfüh-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

rung einer *industriellen* Produktionsweise geschah zu dieser Zeit bereits im großen Stil in der Textilherstellung. Die Textilindustrie blieb bis in die zweite Hälfte des Jahrhunderts die dominierende Industrie, und viele Konzepte und Techniken hatten hier ihren Ursprung.

Im Fokus stehen die Produktionsbereiche (Gewerke), die maßgeblich an der späteren Automobilproduktion beteiligt waren. In knappen Zügen werden die Entwicklung der Verfahren und Techniken zur Gewinnung von Stahl durch Gießen und Schmieden und bei der mechanischen Fertigung und die damit einhergehenden sozialen Veränderungen im Verlauf des 19. Jahrhunderts dargestellt. Ziel ist, in die Welt der materiellen Produktion einzutauchen, um Tätigkeiten und Problemstellungen einzuführen, die für die weitere Darstellung von Bedeutung sind.

Im Zentrum der Darstellung im Abschnitt 2.3 stehen die Entwicklungen in den USA. Weshalb fand der Durchbruch zur Massenproduktion dort statt und nicht in Großbritannien, der damals dominierenden Industrienation? Die Antwort liegt, so die zentrale These, im „American System of Manufacturing", das auf Prinzipien beruhte, die mit starker staatlicher Unterstützung zur Entfaltung gebracht wurden. Die Darstellung verfolgt die Herausbildung dieses Systems vom Ende des 18. Jahrhunderts bis zur Entstehung der ersten Branchen mit Massenproduktion im 19. Jahrhundert.

Abschnitt 2.4 befasst sich – weiterhin mit dem Fokus auf die USA – mit den Veränderungen in der Sozialstruktur der Betriebe und hier insbesondere mit der Rolle der Facharbeiter. Diese nahmen auf dem Shopfloor metallverarbeitender Betriebe eine dominierende Rolle ein, die allerdings durch die Verbreitung des American System und der Professionalisierung der Betriebsführung infrage gestellt wurde.

F. W. Taylor spielte am Ende eine wichtige Rolle bei diesen Entwicklungen. Hiermit befasst sich der Abschnitt 2.5. Sein Thema war die Effizienz bei der Nutzung der *vorhandenen* Maschinerie, nicht die Automatisierung. Bei ihm standen organisatorische Aspekte im Vordergrund. Er wurde zum Feindbild für die Gewerkschaft und zum Archetyp eines Rationalisierers. Sein Konzept der Trennung zwischen planenden und ausführenden Tätigkeiten markiert eine neue Konfliktlinie, die den Charakter der Arbeit im 20. Jahrhundert wesentlich prägen sollte.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kamen betriebswirtschaftliche Fragen der Kostenrechnung und Fragen der Betriebsführung immer stärker zum Tragen. Dies ist Gegenstand des Abschnitts 2.6. Forciert wurde diese Entwicklung in den USA durch die Systematic-Management-Bewegung, die vor allem von Praktikern aus den Unternehmen getragen wurde. Die-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

se Bewegung zielte auf eine Stärkung der Managementfunktion und die Einführung betriebswirtschaftlicher Methoden der Koordination und Kontrolle betrieblicher Prozesse. Auf dieser Basis kam es zu einer zunehmenden Ausdifferenzierung von Angestellten- und Managementfunktionen und zur Herausbildung des Typs des „bürokratischen Unternehmens", der sich im 20. Jahrhundert zunehmend verbreitete.

Den Abschluss bildet ein kurzes Zwischenresümee.

2.2 Gewerke und Fertigungsverfahren

Im Folgenden sollen die Herstellverfahren, die in der Anfangsphase der Automobilproduktion von besonderer Bedeutung waren und die, die den Automobilbau erst ermöglichten, beschrieben werden.

In der Anfangsphase lag, wie in der Einleitung dargestellt, das Gewicht auf den Gewerken für die Herstellung der Antriebsaggregate und der zugehörigen Einzelteile. Die Prozesskette vom Presswerk und dem Karosseriebau über die Lackiererei bis zur Endmontage spielte im Automobilbau für eine längere Zeit noch keine große Rolle und wird in diesem Kapitel noch nicht behandelt.

2.2.1 Das Erzeugen von Eisen und Stahl

Die zentralen Bestandteile der Automobile in der Frühzeit des Automobils, der Motor, das Getriebe, die Achsen u.a. bestanden aus einer Vielzahl von Teilen, für die in den meisten Fällen nur Eisen, zumeist bestimmte Varianten von Stahl, als Ausgangsmaterial infrage kamen.

Es dauerte ein gutes Jahrhundert, bis Eisen als Werkstoff fertigungstechnisch so „beherrscht" wurde, dass die Produktion hochbeanspruchter Teile, wie sie im Automobilbau benötigt wurden, überhaupt möglich wurde. Die Herausforderung bestand nicht allein darin, diesen Werkstoff zuverlässig mit einer hinreichenden Qualität herzustellen, sondern auch darin, die Möglichkeiten zu erschließen, durch unterschiedliche Herstellungsweisen Arten zu produzieren, die je nach Anforderung eine hohe Bruchfestigkeit oder eine hohe Dehnfestigkeit oder Resistenz gegenüber Hitze, Kälte, Nässe gewährleisteten. Hiervon war man am Anfang des 19. Jahrhunderts noch weit entfernt.

Ein erster Durchbruch war die Einführung von Kokshochöfen, wodurch die erforderlichen Hitzegrade für die Schmelze erreicht wurden. Aber die

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

erforderliche Dehnbarkeit, Verformbarkeit und Zugfestigkeit erhielt er das Material erst durch das „Puddeln" (Frischen), eine qualifizierte Handarbeit außerhalb der traditionellen Handwerke. Das Roheisen musste durch ständiges Durchrühren der Schmelze entkohlt und entschlackt werden. Erst diese außerordentlich schwere, stark erfahrungsgeprägte Arbeit erbrachte einen Stahl von erwünschter Qualität (vgl. Ritter/Tenfelde 1992: 318; vgl. für die Situation in den USA Montgomery 1987). Die folgende Darstellung des amerikanischen Wirtschaftshistorikers Misa bietet einen kurzen Einblick:

> "Refining of the crude pig iron was accomplished by a skilled workman at a puddling, or boiling, furnace. There a half-day of careful stirring and heavy manipulation yielded a large ball of pasty and fibrous iron, which was hammered or rolled into 'wrought iron' (Schmiedeeisen; Anm. d.A.) bars that could be sent to the rolling mills. The rub was that expanding the output of wrought iron required additional skilled workers; capital for production equipment alone was insufficient. The most important workers were the skilled puddlers, an independent lot, the 'aristocrats' of the industry." (Misa 1995: 4)

Durch die Einführung des Bessemer-Verfahrens nach 1860 konnten erstmals Hitzegrade bei der Schmelze erreicht werden, die alle Verunreinigungen im Metall beseitigten. Aber es zeigte sich, dass man den Werkstoff Eisen noch immer nicht beherrschte. Die thermische Behandlung des Stahls, das Abkühlen und erneute Erhitzen der Schmelze zum richtigen Zeitpunkt und mit den erforderlichen Temperaturen, um so die Materialeigenschaft zu beeinflussen, war noch immer reine Erfahrungssache.

> "The mystique of steel, at that time, carried some 'controlling influence on the worker,' who knew intuitively that steel would not stand high heat, and so before the steel blooms were charged into it the final reheating furnace was partially cooled off." (Misa 1995: 146f.)

Und das bedeutete auch, dass man nach wie vor von Arbeitern mit viel Erfahrung und Materialwissen abhängig war. Mit dem 1878 eingeführten Thomas-Verfahren und wenig später dem Siemens-Martin-Verfahren wendete sich das Blatt. In den entsprechend ausgerüstete Hochofen konnten mit dem nun angewendeten Verfahren durch Rückführung der Schichtgase in die Hochöfen die Temperatur der Schmelze reguliert und durch Beimischung von Kalk und anderen Zugaben auch das Problem des Phosphorgehalts beseitigt werden; es bedurfte der Intuition der Puddlers nicht

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

mehr. Damit wurde nicht nur die Ära der Massenproduktion von Eisen und Stahl eröffnet, sondern auch die Schlüsselrolle fachlich qualifizierter Arbeiter bei der Eisen- und Stahlproduktion beendet. Die Umschichtung der Belegschaftsstrukturen erfolgte in den USA so rasch und radikal wie nirgends sonst. Die Kontrolle über die Ausführung der Arbeit und die Leistungserbringung übernahmen Foremen, die aus den Reihen der Skilled Worker rekrutiert wurden.[11] Es kam zu Streiks und erbitterten Auseinandersetzungen, die mit einer bis dahin nicht gekannten Härte ausgetragen wurden. (Vgl. dazu Montgomery 1987:18f)

In Deutschland erfolgten die Abwertung und Ausmusterung der fachlich qualifizierten Arbeiter aus der Fertigung weniger disruptiv und radikal. Aber auch hier wurden die Puddlers „mehr und mehr durch andere, sehr viel weniger qualifizierte Arbeiterkategorien" ersetzt (Ritter/Tenfelde 1992: 318).

In Bezug auf die Erzeugung von Eisen und Stahl gab es in den nachfolgenden Jahrzehnten weitere technische Entwicklungen. Zunehmend wurde es möglich, das Material bis hin zu seiner molekularen Struktur nach vorgegebenen Standards herzustellen. Die Fähigkeit zur genauen Spezifikation der Materialeigenschaften und der Herstellungsweise im Hinblick auf die angestrebten Verwendungsformen des Stahls nahm auch noch im 20. Jahrhundert durch erweiterte Materialkenntnisse bezogen auf Legierungen und aufgrund verbesserter Messtechniken weiter zu. Heute gibt es laut der von der Europäischen Stahlregistratur 2015 herausgegebenen Stahl-Eisen-Liste 2.400 Stahlsorten, davon 1.500 Edelstähle. Hinzu kommen nicht genormte Stahlsorten und Varianten, die auf spezielle Kundenanforderungen zugeschnitten sind. Aber noch immer ist die Materialbeherrschung eine Herausforderung. Die sichere Einstellung definierter Eigenschaften erfordere – so die vom Stahlinstitut herausgegebene Stahlfibel – „ein umfangreiches technisches Know-how, wie es nur in hochtechnisierten Ländern vorhanden ist." Und selbst in diesen Ländern unterliege der Werkstoff Stahl auch aufgrund der Konkurrenz mit anderen Werkstoffen einem Prozess der ständigen Weiterentwicklung (Stahlinstitut 2015: 2f.).

Im Anschluss an die Stahlerzeugung erfolgt als erster Fertigungsschritt das Ur- oder Umformen des Werkstoffs in die Rohform des angestrebten Werkstücks.

11 Die Berufs- und Tätigkeitsbezeichnungen werden teilweise nicht übersetzt, um Besonderheiten des amerikanischen Kontexts durch Übertragung deutscher Begriffskonnotation nicht zu überdecken. Dazu unten mehr.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

2.2.2 Das Gießen

Beim Urformen (wie dem Gießen) ebenso wie bei dem Umformen (wie dem Schmieden)[12] handelt es sich um Prozesse, die als erste im 19. Jahrhundert einem radikalen Transformationsprozess unterworfen waren. Im Folgenden wird exemplarisch etwas näher auf das Gießen als einem Verfahren des Urformens eingegangen.

Die Bedeutung des Gießens im 19. Jahrhundert kann gar nicht hoch genug angesetzt werden. Dies zeigt allein schon die folgende (von Marx im ersten Band von *Das Kapital* zitierte) Statistik:

Tabelle 1: Anzahl Beschäftigte nach ausgewählten Wirtschaftszweigen in England und Wales (1861)

Wirtschaftszweig	**Anzahl Beschäftigte**
Kohlebergwerke	246.613
Eisen-/Kupfer-/Blei-/Zinnminen	319.222
Eisengießereien	125.771
Mechanische Produkte	60.807

Quelle: basierend auf dem British Census 1861 Table XVIII.; vgl. auch Marx (1968/1867: 467)

Demnach arbeitete Mitte des Jahrhunderts der größte Teil der Beschäftigten in der Prozesskette der Herstellung von Produkten aus Metallteilen („mechanische Produkte“) in Bergwerken für die Kohle – und Erzgewinnung. In Gießereien waren etwa 20 % der Beschäftigten tätig – weit mehr als in den nachgelagerten metallverarbeitenden Branchen, die die Endprodukte herstellten, insgesamt. Für die Art von Produkten, um die es sich hier

12 Beim *Urformen* handelt es sich nach DIN 8580 um Fertigungsverfahren, in denen aus formlosem Stoff eine geometrisch definierte Form, die einem gewünschten Werkstück entspricht oder durch weitere Bearbeitungsschritte entsprechend fertiggestellt wird. Das wichtigste Verfahren der Gruppe ist das Gießen mit schmelzflüssigem Ausgangsmaterial. Eine andere Art des Urformens ist das Sintern; dabei kommen Pulver und Granulate zum Einsatz oder auch Pasten. Eine dritte Art sind die verschiedenen Generativen Fertigungsverfahren wie 3D-Druck oder Rapid Prototyping u.a., die zwar in den DIN-Normen noch nicht kategorisiert wurden; in der Fachliteratur werden sie jedoch zumeist dem Urformen zugeordnet.
Beim *Umformen* handelt es sich nach DIN 8580 um Verfahren, bei denen Rohteile gezielt in eine andere Form gebracht werden, ohne dabei Material zu entfernen. Die wichtigsten Fertigungsverfahren der Umformtechnik sind Walzen, Freiformschmieden, Gesenkschmieden, Fließpressen, Strangpressen, Tiefziehen und das Biegen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

handelte, suchte man im British Census noch nach einem übergreifenden Begriff und bezeichnete die Beschäftigten, die mit ihrer Herstellung befasst waren, noch recht umschweifig als „persons engaged in arts and mechanic productions, in which matters of various kinds are employed in various combinations“ (British Census 1861, Table XVIII). Die Verarbeitende Industrie wurde im US Census 1880 als „Manufacturing and Mechanical Pursuits“ bezeichnet. (United States Bureau of the Census 1943: 100)

Ein zentraler Prozess beim Gießen war die Herstellung der Formen. Ob der Guss gelang, entschied sich bei der Formherstellung (vgl. zum Folgenden: Benad-Wagenhoff 1993). Das Formen war eine hochqualifizierte Facharbeit. Im ersten Schritt wurde ausgehend von Zeichnungen oder Musterteilen ein Modell des Gussteils erstellt. Im Anschluss ging es darum, mit einem Formstoff, der üblicherweise aus verklebtem Sand bestand, die Negativform herzustellen, die später von der Schmelze umflossen wird, sodass der Gussrohling die gewünschte Form erhielt. Die Formen für komplexe Produkte bis zu einer bestimmten Größe wurden in Kästen, später zumeist in Kokillen[13], platziert. An Stellen, wo das spätere Gussteil Hohlräume aufweisen sollte, wurden Sandkerne positioniert. Die Gesamtstruktur wurde durch Drähte und Klebmaterial stabilisiert. Der Former musste Kanäle für den Zulauf des Metalls, für das Entweichen der dabei verdrängten Luft und der sich entwickelnden Gase anbringen. Dabei musste er sehr vorsichtig vorgehen, die Form konnte bei der Arbeit leicht beschädigt werden, denn der Sand wurde nur festgestampft. Selbst dem geschicktesten Former gelang es selten, die Formen einzubringen, ohne sie zu beschädigen. Es musste fast ausnahmslos geflickt werden, worunter die Genauigkeit naturgemäß litt.

Nach dem Einbringen der Gussform in die Kästen oder Kokillen erfolgte das Eingießen der Metallschmelze. Nach dem Abkühlen der Gussform wurde der Sand, aus dem der Kern hergestellt, entfernt und, in späterer Zeit, zur Wiederverwendung gereinigt und aufbereitet. Die „Sandwirtschaft“ mit der Bewegung vieler Tonnen von Sand pro Tag bildet auch heute noch einen wichtigen Teil der Arbeit in der Gießerei.

Former und Gießer waren „gelernte“ Arbeiter; sie benötigten großes Improvisationsvermögen und Erfahrungswissen. Hohes Ansehen genossen insbesondere die Glockengießer. So wurden die ersten Motoren von Daimler und Maybach ausschließlich in einer ganz bestimmten Glockengießerei hergestellt (vgl. Kirchberg/Wächtler 1981: 73), da der ungewöhnliche und schwierige Guss offenbar andernorts nicht durchführbar war.

13 Dabei handelt es sich um wiederverwendbare Formen aus Eisen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Erst Ende des 19. Jahrhunderts wurde ein Stand erreicht, der eine industrielle Produktion von Gussteilen ermöglichte. Es war nun möglich, durch ein genaues Gießen Teile herzustellen, die in der anschließenden mechanischen Bearbeitung nur noch vergleichsweise wenig Arbeit erforderten.

Auch in den Gießereien bewirkte die technische Entwicklung einen Bedeutungsverlust der Facharbeiter. Die ursprüngliche Arbeitsteilung in den Gießereien bestand zwischen „Gelernten" (Facharbeitern), die die Formen herstellten und den Guss durchführten, sowie „Ungelernten", die den Sand für das Formen bereitstellten, die Gussstücke nach dem Erkalten reinigten und andere Arbeiten durchführten (Ritter/Tenfelde 1992: 323). In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden zunehmend Kernschießmaschinen für die Festigung der Sandkerne entwickelt. In diesen Maschinen wurde mit Bindemittel versetzter Formgrundstoff mit hohem Druck in Kernkästen eingebracht. Diese Maschinen leiteten den Prozess der Automatisierung in den Gießereien ein und konnten von Ungelernten bedient werden (Lohse 1910: 136).

Je genauer das Gießen der Werkstücke ausfiel, desto weniger Arbeit fiel in den anschließenden Bearbeitungsschritten an. Das Ziel lautete (in heutiger Formulierung) Near Net Shape, d.h. zu erreichen, dass im Anschluss an das Gießen möglichst nur noch wenig an spanabhebender Bearbeitung erforderlich war. Für die Beschäftigten in der Mechanischen Fertigung bedeutete das, dass ihre Arbeit entfiel, ohne dass hier selbst automatisiert worden war, es war also eine Art Automatisierung durch die Hintertür.

Für besonders beanspruchte Teile wie Achsen oder Kurbelwellen wurde im Automobilbau teilweise noch für längere Zeit das Schmieden bevorzugt. Aber auch beim Schmieden begannen frühzeitig die Versuche, durch Einsatz formgebender Werkzeuge, den Gesenken, das Near Net-Shape Ziel zu erreichen und damit ebenfalls Arbeit in der Mechanischen Fertigung einzusparen. Für viele Werkstücke galt, dass es eine Frage der Qualität und der Kosten wurde, ob man sie eher im Gieß- oder im Schmiedeverfahren herstellte. Insofern standen die beiden Verfahren schon früh in Konkurrenz zueinander.

Hinzu kam dabei noch ein drittes Umformverfahren, das Pressen, das allerdings erst später an Bedeutung gewann, als man nach alternativen Verfahren für die Herstellung der schweren Gussformen für die Werkzeuge suchte, die zur Herstellung von Karosserieteilen erforderlich waren. Die gepressten Teile waren nicht nur leichter als gegossene Teile, die Pressen ersparten auch viele Arbeitsgänge in der Mechanischen Fertigung.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Für alle drei Arten von Umformverfahren war die Entwicklung von Werkzeugen – Formen, Gesenke, Presswerkzeuge – von grundlegender Bedeutung. Generell lässt sich feststellen, dass Umformwerkzeuge eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung der Voraussetzungen für die Massenproduktion (nicht nur) von Automobilen gespielt haben. Erst durch deren Einsatz wurde es möglich, exakt gleiche Teile aus Stahl in großer Menge herzustellen. Die Herstellung der Werkzeuge wurde zu einem eigenen Beruf: dem Werkzeugmacher (Tool and Die Maker).

Die Tätigkeiten des Gießens, Schmiedens und Pressens stehen auch heute noch am Anfang der Prozesskette der Automobilherstellung, werden inzwischen aber zumeist bei Zulieferern durchgeführt. Diese sprichwörtlich Old-Economy-Gewerke unterliegen aber im gesamten Betrachtungszeitraum einer hohen Innovationsdynamik, dies auch ganz aktuell im Automobilbau, wenn man an Verfahren wie den Aluminiumdruckguss im Karosseriebau[14] und im 3D-Druck additive Verfahren (auch als generative Verfahren bezeichnet) [15] denkt.

2.2.3 Mechanische Fertigung

Um ihre endgültige Form zu erhalten, durchlaufen die Teile im Anschluss an die Umformung in der Regel die Mechanische Fertigung (s. Abb.2). Hier erfolgt, wie schon erwähnt, die Veränderung der Form fester Körper durch materialentfernende (spanabhebende) Verfahren.[16]

Die ursprüngliche Arbeit der geometrisch exakten Formgebung mit Handwerkzeugen, z.B. durch Feilen, war mühsam und langsam und erforderte zugleich ein hohes Maß an Wissen, Erfahrung, Fertigkeiten. Angesichts der zunächst noch mit sehr geringer Genauigkeit gegossenen oder

14 Bei diesem Gießverfahren wird die flüssige Schmelze unter hohem Druck und mit sehr hoher Geschwindigkeit in eine Druckgussform gepresst. Die Herstellung der Gussform ist sehr arbeitsaufwändig; als Werkstoff für die Gussformen werden Sonderwerkstoffe oder hochfeste Warmarbeitsstähle verwendet. Das Verfahren wird in den derzeitigen Gigawerken Teslas angewendet.

15 Der 3D-Druck, auch als additive oder generative Fertigung oder auch als Rapid Prototyping bezeichnet, umfasst Fertigungsverfahren, bei denen ein bestimmtes Material Schicht für Schicht aufgetragen wird, und so dreidimensionale Werkstücke erzeugt werden. Der schichtweise Aufbau erfolgt computergesteuert nach vorgegebenen Maßen und Formen; als Werkstoffe dienen u.a. Kunststoffe und speziell aufbereitete Metalle.

16 Dazu zählen Drehen, Bohren, Senken, Reiben, Fräsen, Hobeln, Stoßen, Schaben, Meißeln.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

geschmiedeten Teile und des zugleich explosionsartigen Wachstums des Bedarfs an präzise gefertigten Teilen von Seiten des Maschinenbaus, der Waffenproduktion u.a. kam diesem Bereich eine zentrale Bedeutung bei der Entwicklung der neuen Industrien zu.

Der Einsatz von Werkzeugmaschinen spielte die entscheidende Rolle für die weitere Entwicklung. Der Bau solcher Maschinen erfolgte zunächst noch für einige Zeit als eine Nebentätigkeit in den bestehenden Produktionsstätten des Handwerks oder als Teil der Fabriken zur Herstellung von Textilprodukten, beim Bau von Lokomotiven, bei der Waffenproduktion usw. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts hatte sich der Maschinenbau aber zu einem eigenen Industriezweig entwickelt und wurde als ein Kronjuwel der Industrie Großbritanniens angesehen. Exportverbote für britische Maschinen wurden erlassen, Patentmauern errichtet, Fachkräften wurde es verboten, das Land zu verlassen, um dieses Juwel zu schützen.

Die Periode von 1830 bis 1850 war eine Zeit grundlegender Innovationen im Maschinenbau. Maschinen wurden nicht nur für die Bearbeitung von Materialien gebaut, sondern auch für kognitive Tätigkeiten, auch wenn es sich dabei zunächst nur um erste Ansätze handelte. 1830 konstruierte Charles Babbage eine Maschine für die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten. Die Analytical Engine sollte die vier Grundrechenarten ausführen und Einzeloperationen automatisch miteinander verknüpfen können; gesteuert wurde sie über Lochkarten (Vorbild war hier der Jacquard-Webstuhl[17]) (Babbage 1999/1832). Es gelang jedoch nicht, die Maschine herzustellen. Ein Grund war, dass die für die Zifferndarstellung erforderlichen Präzisionszahnrädchen fertigungstechnisch noch nicht realisierbar waren (Purbrick 1993).

Eine der Schlüsselinnovationen bei den Werkzeugmaschinen war die Einführung des Kreuzsupports durch Henry Maudslay.[18] Der Kreuzsupport trat an die Stelle der menschlichen Hand zum Festhalten und Führen des Schneidwerkzeugs. Dank dieser mechanischen Vorrichtung war es, wie James Nasmyth schrieb, möglich,

> „das Werkzeug zu zwingen, sich mit solcher absoluten Präzision längs oder quer zur Oberfläche des Objektes zu bewegen, ohne eine nennens-

17 Vgl. dazu Bohnsack (1993).

18 Henry Maudslay war eine zentrale Figur bei der Herausbildung des Werkzeugmaschinenbaus. Er erfand während der 1830er Jahre eine Vielzahl von Maschinen, die von großer Bedeutung für die industrielle Revolution waren.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

werte Verausgabung von Kraft, und in der Tat meistens gar keine zu Lasten des Arbeiters“ (Nasmyth zit. bei Benad-Wagenhoff: 56)

Nasmyth, der eine Zeitlang für Maudslay als Assistent und technischer Zeichner arbeitete und später ein eigenes Unternehmen gründete, erklärte in dem Artikel, welche Bedeutung der Kreuzsupport[19] für die maschinelle Metallbearbeitung besaß:

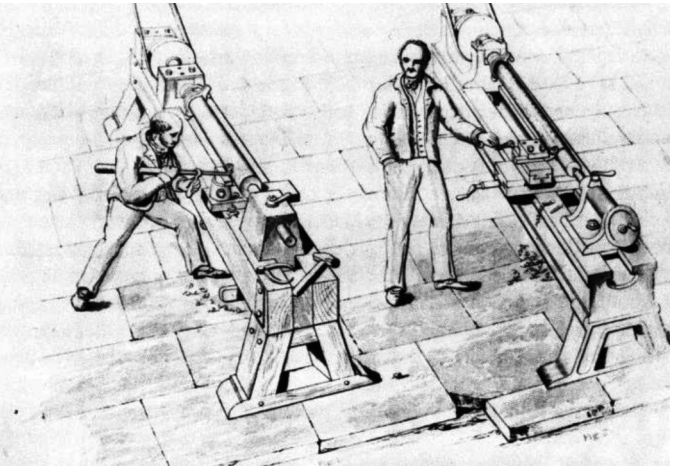
„Bis vor etwa 30 Jahren mußte nahezu jedes Maschinenteil durch bloße Handarbeit hergestellt und bis zur angestrebten Form fertigbearbeitet werden. Das hieß: hinsichtlich der damals verlangten Genauigkeit und Präzision in der Ausführung solcher Maschinerie hingen wir völlig von der Geschicklichkeit der Hand und dem richtigen Augenmaß des Arbeiters ab.“ (zit. bei Benad-Wagenhoff 1993: 55f.)

Durch zusätzliche Vorrichtungen wurden darüber hinaus weitere Steuerungsfunktionen automatisiert die Maschinen wurden dadurch mehr und mehr, - wie Nasmyth sich ausdrückte - "selfacting". Der Kreuzsupport entlastete den Maschinenführer zwar durch das Halten und Führen des Werkzeugs, weil er aber nach wie vor die Stellung und Vorschubbewegung des Werkzeugs durch Handkurbeln steuern musste, blieb seine Aufmerksamkeit an die Ausführung der Arbeit gebunden. Durch das Ankoppeln der Vorschubbewegung an den Antrieb der Arbeitsspindel wurde er nun auch von einem Teil dieser Steuerungsaufgaben befreit (vgl. Benad-Wagenhoff 1993: 64). Die Abbildung 3 zeigt die berühmte Skizze, die Nasmyth dazu anfertigte.

19 Das Funktionsprinzip beschreibt Benad-Wagenhoff (1993: 57) wie folgt: „Der Kreuzsupport ist im Prinzip ein mechanisches Koordinatensystem. In seiner einfachsten Form besteht er aus zwei übereinander angeordneten, rechtwinklig zueinander beweglichen Schlitten, die mit handkurbelgetriebenen Gewindespindeln auf ihren Gleitbahnen verschoben werden. Der Oberschlitten trägt eine Werkzeugspannvorrichtung. Er bewegt sich parallel zur Werkstückachse, die Werkzeugschneide beschreibt dabei eine Gerade. Die Bahn des Oberschlittens sitzt auf einem quer verschiebbaren Planschlitten. Dieser erlaubt es, die Tiefe einzustellen, mit der das Werkzeug ins Material faßt, oder Stirnflächen abzudrehen.“

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 3: Drechseln mit Handauflage und Drehmaschine mit Kreuzsupport



* Zeichnung von James Nasmyth in der 1841 in London erschienenen 3. Auflage von ›Practical essays on millwork and other machinery‹ von Robertson Buchanan, London, Science Museum.
Quelle: Paulinyi/Troitzsch (1991: 331)

In der Skizze werden die traditionelle und die neue Arbeitsweise einander gegenübergestellt. Die Tätigkeit an der neuen Drehbank wurde sichtbar erleichtert, da die mühsame Bahnführung des Werkzeugs nun von der Maschine verrichtet wurde; der Arbeiter zeigt sich entsprechend erleichtert, während sein Kollege an einer veralteten Drehbank neben ihm vor sich hin schuftet. Aber die Sache hatte auch einen Haken: Nun konnten der Arbeiter rechts im Bild zusätzlich weitere Maschinen bedienen. Da die anspruchsvolle Tätigkeit der Werkzeugführung auf die Maschine übertragen wurde, waren zudem keine Facharbeiter mehr erforderlich, sie waren ersetzbar geworden. Diese letzteren Auswirkungen mussten nicht (sofort) eintreten, stellten aber für die bestehende Belegschaft eine latente Bedrohung dar.

Eine normale Drehbank, die einen mechanischen Vorschub besitzt, kam der späteren Untersuchung von Moll/Ulbricht zufolge, die in der Einleitung kurz beschrieben wurde, schon in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf einen Automatisierungsgrad von 19 %, Maschinen zum Nachformdrehen bereits von 52 % (Moll 1961: 53). Der Prozess der Teilautomatisierung von Steuerungsfunktionen setzte sich im Verlauf des 19. Jahrhunderts fort. Ab 1870 verbreiteten sich die Revolverdrehbänke, die es ermöglichten, dass

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

die Maschinen mehrere Bearbeitungsgänge hintereinander ohne menschliche Intervention durchführen konnten.[20]

Einen Schritt weiter bei der Ersetzung menschlicher Arbeit ging die bereits 1818 von Blanchard in den USA erfundenen Kopiermaschine für die Bearbeitung von Holzteilen. Das Konzept der Kopiermaschine, das dem Bedarf einer Massenproduktion wie kaum ein anderes entsprach der Kopiermaschine, machte auch in anderen Branchen Karriere. (Vgl. Beispiele bei Hounshell 1984).

Schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts waren auf diese Weise wesentliche Fertigungsschritte in der mechanischen Fertigung automatisiert worden. Bei der Endbearbeitung der Teile blieben Facharbeiter aber noch für eine längere Zeit unersetzlich. Erst durch ihre „Passarbeit" wurde sichergestellt, dass die Teile im nächsten Schritt, bei der Montage, problemlos zusammengefügt werden konnten. Am Ende des 19. Jahrhunderts wurde die qualifizierte Handarbeit aber auch hier verdrängt; ausschlaggebend dafür war, so der Wirtschaftshistoriker Benad -Wagenhoff, neben der Entwicklung spezieller Schleifmaschinen und die Verbreitung neuer Messmethoden.

Die Durchführung von Messungen in der Werkstatt erfolgte traditionell mithilfe des Tastsinns der Arbeiter (vgl. zum Folgenden Benad-Wagenhoff 1993: 338ff.). Die Herausbildung eines Tastsinns erforderte langjährige Erfahrung – Facharbeiter, die darüber verfügten, waren schwer zu bekommen und konnten eine gute Bezahlung verlangen. Genaue Messungen wurden aber erstmals durch Verwendung eines Mikrometers[21] möglich, und auch hier bedurfte es eines qualifizierten Facharbeiters, der damit umgehen konnte. Die vom subjektiven Empfinden des Arbeiters abhängige Messung der Abweichung des Ist-Maßes vom Soll-Maß verlor erst mit der Einführung von Endmaßen[22] an Bedeutung, die das Messen vereinfachten und beschleunigten (ebd.: 348). Die Endmaße ermöglichten eine Messgenauig-

20 Der Grundgedanke ist, für eine bestimmte Anzahl gleicher Werkstücke mit gleicher Bearbeitungsfolge eine bestimmte Anzahl Werkzeuge bereitzuhalten, die Arbeitsgänge möglichst nacheinander, d.h. ohne Umspannen des Werkstücks und unter größtmöglicher Ausschaltung aller Arbeiten von Hand, durchführen. Dadurch wird neben Zeitersparnis eine Gleichheit der Werkstücke bezüglich Maßhaltigkeit und Oberflächengüte begünstigt (https://de.wikipedia.org/wiki/Revolverbank; letzter Zugriff 13.04.2022).

21 Dies ist ein Feinmessinstrument, das sich ab 1870 langsam von den USA aus verbreitete. Mit ihr wurde eine Messgenauigkeit von einem hundertstel Millimeter erreicht (vgl. Benad-Wagenhoff 1993: 343).

22 Endmaße sind Feinprüfmittel, deren Endflächen ein Maß exakt verkörpern.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

keit von bis zu einem tausendstel Millimeter. Der von dem schwedischen Ingenieur Johansson entwickelte Endmaßsatz wurde Anfang des 20. Jahrhundert zum gängigen Urmaß modern ausgerüsteter Maschinenbaubetriebe. Johansson wurde in den 20er Jahren von Henry Ford angeworben und sein System der Endmaße zum Standard gemacht und auch den Zulieferern zur Verfügung gestellt (vgl. Ford 1930: 222f)

Für die spätere Massenproduktion von Automobilen schufen die hier kurz beschriebene Entwicklungen des Werkzeugmaschinenbaus entscheidende Voraussetzungen. Sie kamen allerdings erst durch andere Entwicklungen voll zum Tragen, die in Abschnitt 2.4 beschrieben werden.

Der zunehmende Einsatz von Maschinen und die Verbesserung von Fertigungsverfahren führte zu einer Beschleunigung der Prozesse und zur Vereinfachung der Anforderungen in den jeweiligen Gewerken. Aber auch gewerkeübergreifende Wirkungen wurden, wie im Falle der Mechanischen Fertigung, erkennbar, wo durch ein formgenaueres Gießen Tätigkeiten entfielen, ohne dass in diesem Bereich selbst eine Automatisierung stattgefunden hätte.

2.2.4 Montage

Die Montage, d.h. der Zusammenbau der Einzelteile zu dem gewünschten Produkt bildet den letzten Schritt in der Prozesskette. Sie bestand zum großen Teil aus Nacharbeiten an den Einzelteilen, um sie zueinander passfähig zu machen. Dies war das traditionelle Einsatzgebiet von Schlossern (englisch: Fitter) und Produktspezialisten, die das Funktionieren des Produkts sicherstellten. Auch hier fand ein Prozess der Verdrängung der Facharbeiter statt, der in den USA einen besonderen Verlauf nahm, wie im Folgenden näher beschrieben wird.

2.3 Das American System of Manufacturing

Die Entwicklung neuartiger Maschinen als Voraussetzungen für das später entstehende System der Massenproduktion in der Automobilindustrie wird nun aus einer ganz anderen Perspektive betrachtet. Nun steht am Anfang eine Leitidee, aus der sich Prinzipien für ein Produktionssystem herausbildeten, das die technischen, organisatorischen und sozialen Entwicklungen in den USA auch noch im 20. Jahrhundert erheblich beeinflusste.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Das American System entsprang einer Zielvorstellung, die zu dem Zeitpunkt, als sie vorgebracht wurde (Mitte des 18. Jahrhunderts), noch als ganz unrealistisch galt. Durch eine Verkettung von Zufällen gelangte sie in die USA und wurde hier zu einem Leitprinzip der staatlich betriebenen Rüstungsproduktion, wo sie zu einem Produktionssystem weiterentwickelt wurde, das auch in andere in Entstehung begriffene Industriezweige Eingang fand. Es wurde Mitte des 19. Jahrhunderts unter der Bezeichnung „American System of Manufacturing"[23] weltweit bekannt.

Die Grundidee war das Prinzip der Austauschbarkeit der Teile (Interchangeaility of Parts). Der Weg vom abstrakten Prinzip bis zu einem Produktionssystem war lang und ließ sich auch nicht einfach aus der Leitidee ableiten. Wie das geschah, ist eine spannende Geschichte und Stoff für unzählige Beschreibungen in der amerikanischen Literatur. Die Darstellungen über die Ursprünge des American System haben bisweilen Legendencharakter, sind aber durch die Forschung gut belegt.

Das Prinzip der Austauschbarkeit der Teile wurde 1765 von Jean Baptiste de Gribeauval, Generalinspekteur der französischen Artillerie bezogen auf die Produktion von Musketen formuliert (grundlegend: Hounshell 1984). Bis dahin wurden Musketen handwerklich produziert und jede war ein Einzelstück. Waren sie beschädigt, so war es nicht möglich, ein Teil mit dem entsprechenden Stück aus einer anderen auf dem Felde herumliegenden Musketen zu ersetzen. Gribeauval war der Ansicht, dass Waffenteile ebenso leicht untereinander austauschbar sein sollten wie die Soldaten auf dem Feld. Seine Vorstellungen fielen allerdings in den Vereinigten Staaten auf sehr viel fruchtbareren Boden als in Frankreich, wo sie mit der Französischen Revolution ad acta gelegt wurden. Gribeauvals Pläne fanden keinen geringeren Fürsprecher als Thomas Jefferson.

Die folgende Episode wurde in der Literatur oft beschrieben (Grundlage für das Folgende ist die Darstellung in Winchester 2018: 90ff.). Die Realisierung der Gribeauvalschen Idee hatte Honoré Blanc übernommen, Waffenschmied und Generalinspekteur in den Königlichen Waffenmanufakturen unter Ludwig XV. In sorgfältiger Handarbeit stellte Blanc ein „Mastermodell" her und dokumentierte genau die Spezifikationen jedes einzelnen Teils. Flintlock-Musketen, vor allem die komplizierte Zündvorrichtung, galten zu dieser Zeit als Hightech-Produkte, die nur in Einzelfertigung von hochqualifizierten Facharbeitern hergestellt werden konnten. Blanc

23 In der älteren Literatur auch unter der Bezeichnung „American System of Manufacture" (vgl. Fitch 1880; Rosenberg 1963; Hounshell 1984).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

befahl, dass diese Facharbeiter sich nun exakt nach den Spezifikationen des Mastermodells zu richten hatten. Mit dieser Anforderung stieß er aber auf heftigen Widerstand. Das bloße Kopieren von Teilen wurde von den Büchsenmachern als Herabsetzung und als Missachtung ihres eigenen Könnens betrachtet. Schließlich gelang es Blanc, eine Anzahl von Musketen auf die erwünschte Weise fertigen zu lassen.

Die Ankündigung der öffentlichen Demonstration einer gelungenen Fertigung von Gleichteilen war eine Sensation! Sie erweckte auch das Interesse von Thomas Jefferson, der bis 1789 Botschafter der USA in Frankreich war. Blanc hatte zwei Dutzend Gewehrschlösser zur Präsentation ausgelegt, welche nun vor den Augen der Zuschauer in ihre Einzelteile zerlegt und durcheinandergeschüttelt wurden, um im Anschluss wieder zu ebenso vielen neuen Schlössern zusammengebaut zu werden.

Die Teilnehmer dieser Veranstaltung waren in hohem Maße beeindruckt, so auch Thomas Jefferson. In einem Brief an den damaligen Außenminister beschreibt er, dass er sich im Anschluss an die Vorführung noch einmal selbst vergewisserte, da ihm die Sache doch von hohem Interesse erschien:

> "Supposing it might be useful to the U.S., I went to the workman, he presented me the parts of 50 locks taken to pieces and arranged in compartments. I put several together myself taking pieces at hazard as they came to hand, and they fitted in the most perfect manner. The advantages of this, when arms need repair, are evident." (Zit. nach Winchester 2018: 93)

Der Brief blieb unbeantwortet, ebenso ein zweiter einige Jahre später an den Kriegsminister. Über die Allianz mit den Franzosen im Befreiungskrieg gelangte französisches Lehrmaterial in die neu gegründete Militärakademie in Westpoint und so fand das „System Gribeauval" dennoch Eingang in die amerikanische Rüstungspolitik. 1815 wurde es in den USA offizielle Leitlinie für die Waffenproduktion in den staatlichen Rüstungsfabriken (den sog. Arsenalen), die in den 1790er Jahren in Springfield, Ohio und Harpers Ferry, Virginia errichtet worden waren. Diese beiden Arsenale und eine Reihe für sie tätiger privater Kontraktfertiger spielten eine entscheidende Rolle bei der Weiterentwicklung des Prinzips der austauschbaren Teile zu einem Produktionssystem. Einer der ersten aus dieser Gruppe der Kontraktfertiger war Eli Whitney, der Erfinder des Cotton Gin.[24] Er wird

24 Die Maschine dient bei der Textilherstellung zur ersten Ausrichtung (Kardierung) der losen Baumwollfasern als Vorstufe des Spinnens.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

in der US-amerikanischen Literatur bisweilen als „Father of Automation" angesehen. Tatsächlich war seine Rolle bei der Entstehung des American System, wie der Technikhistoriker Hounshell beschreibt, weniger glorios. Aber er war offenbar der Erste, der vorschlug, die Teile maschinell herzustellen.[25] Die Gleichteile wurden in der Blancschen Werkstatt noch manuell von gelernten Büchsenmachern gefertigt; und als Whitney den Auftrag übernahm, gab es die entsprechenden Maschinen, um sie zu ersetzen, noch gar nicht.

Die Ersetzung menschlicher Arbeit durch die Verwendung von Maschinen traf in den USA auf eine hohe Akzeptanz; die Fähigkeit zur Mechanisierung von Produktionsabläufen wurde als eine wichtige Voraussetzung im Kampf gegen die Kolonialherrschaft gesehen. Entsprechende Bestrebungen zum Aufbau einer modernen Industriebasis waren von Großbritannien unterbunden worden. Hinzu kam die Knappheit an Facharbeitern auf dem Arbeitsmarkt und die hohen Löhne für diese Gruppe. Aber auch bei den Büchsenmachern in den USA stieß das Gribeauval-System auf Widerstand. Zu Aufständen, wie in etwa zeitgleich durch die Ludditen kam jedoch nicht.[26]

25 Whitney hatte, wohl aufgrund seiner Reputation als Erfinder, einen für damalige Verhältnisse absolut überdimensionierten Auftrag zur Produktion von 10.000 bis 15.000 Musketen innerhalb von zwei Jahren erhalten. Als Produzent des Cotton Gin war er gescheitert und stand kurz vor dem Ruin, der Auftrag rettete ihn. Aber wie er den Auftrag erfüllen könnte, stand in den Sternen. Der höchste Jahresoutput des Springfield Arsenal lag bisher bei unter 5.000 Musketen. Whitney fand ein überzeugendes Argument bei seinen Verhandlungen mit dem Ministerium: „Machining moved by water (…) would greatly diminish the labor and facilitate the manufacture of the article" (Hounshell 1984: 30).

26 Die Ludditen waren gelernte Facharbeiter (siebenjährige Lehre) in der Textilindustrie in Mittel- und Nordengland, deren Tätigkeit durch den Einsatz von Maschinen von Ungelernten übernommen wurde. (Vgl. Binfield 2004) Sie nannten sich nach Ned (Edward) Ludd, einem Lehrling, der 1811 nachdem seine Arbeit kritisiert worden war, die von ihm bediente Strickmaschine mit dem Hammer zerstört hatte. Bei den Ludditen handelte es sich nicht um eine koordinierte Bewegung, sondern um eine Reihe von Aufständen von Berufsgruppen in unterschiedlichen Regionen in den Jahren 1811/12, die sich für die Aufrechterhaltung ihrer traditionellen Rechte und Werte ihrer Berufsgruppen (Trades) und für die Gewährung politischer Teilhaberechte einsetzten. Auch in den 1820ern und 30er Jahre kam es zu solchen Aufständen, am gewaltsamsten verliefen die Power Loom Riots in Lancashire. Auch vor den Ludditen gab es Vorkommnisse dieser Art, so zerstörten Weber 1675 von Dampfmaschinen angetriebene Webmaschinen in Spitalsfield bei London. Bereits 1721 wurde die Zerstörung von Maschinen gesetzlich zum Kapitalverbrechen erklärt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Im Hinblick auf die angestrebte Fertigung mit Maschinen, die von Ungelernten bedient werden sollten, begann man im Arsenal in Springfield schon 1802 damit, die Arbeit neu zu organisieren; konsequenterweise schaffte man dabei auch gleich das System der Lehrlingsausbildung ab (Hounshell 1984: 32).

Die Entwicklung von Maschinen, die von Ungelernten bedient werden konnten, zog sich allerdings noch länger hin. Es handelte sich hier um eine neue Art von Maschinen, anders als die universell verwendbaren Werkzeugmaschinen, wie sie von Maudsley und anderen entwickelt wurden. Sie waren bewusst auf *eine* Bearbeitungsfunktion hin optimiert, mussten robust sein, leicht zu bedienen, aber präzise arbeiten. Ihr Einsatz wurde begleitet von der Nutzung von Messinstrumenten, Lehren und Modellen, um die Präzision der Bearbeitung zu gewährleisten. Der Umstellungsprozess im Arsenal von Springfield nahm fast zwanzig Jahre in Anspruch. „The significance of events at the Springfield Armory from 1794 to 1815", schreibt Hounshell, „is that here armsmaking was transformed from a craft pursuit into an industrial discipline and the weapon from a shop creation into a factory product." (Ebd.: 33) Um 1849/50 hatte man das Ziel der Austauschbarkeit in Springfield erreicht. Der Zusammenbau erforderte keine Maschinenschlosser (Fitter) mehr.

Ähnliche Entwicklungen wie in Springfield gab es auch in der Rüstungsfabrik in Harpers Ferry bei der Herstellung von Gewehren. Das Zentrum der Mechanischen Fertigung bildete eine „Batterie" von 14 Werkzeugmaschinen (Hounshell 1984: 35); als Einzweck-Maschinen waren sie entsprechend dem Fertigungsflusses platziert waren. . Der Werkleiter brüstete sich laut Hounshell damit, „that young boys were the best operators of his self-acting machinery" (ebd.: 43). Dem stand ein Anstieg der Arbeiten zur Konstruktion und Instandhaltung der Maschinen und Werkzeuge – der später als indirekt bezeichneten Tätigkeiten – gegenüber. Die Trennung von produktiver (direkter) und unproduktiver (indirekter) Arbeit und eine hohe „Mechanics-Operators Ratio" wurden zu einem Charakteristikum der neuen Produktionsweise.

Die staatlichen Arsenale spielten nicht nur eine wichtige Rolle bei der Entwicklung eines funktionierenden Systems zur Herstellung austauschbarer Teile von Handfeuerwaffen. Sie waren auch Austauschstätten für Informationen und ein „Training Ground" für Produktionsexperten aus anderen Unternehmen und Branchen (vgl. Hounshell 1984: 45).

Die Bedeutung dieser Entwicklungen am Anfang des 19. Jahrhunderts bestand darin, dass hier die Grundlagen für einen Sonderweg der USA

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

bei der Produktionsorganisation und auch der Technikgestaltung gelegt wurde. Eine spätere Definition kennzeichnet das American System als „sequential series of operations carried out on successive special-purpose machines that produce interchangeable parts“ (Ferguson 1968: 2); hier lag der Schwerpunkt schon bei der Fließfertigung, der Einsatz von Ungelernten verstand sich wohl von selbst. Das System konnte nur durch die Unterstützung des US-Kriegsministeriums durchgesetzt werden, das bereit war, die höheren Kosten in Kauf zu nehmen, die durch die Vorgabe anfielen, dass man nach dem Prinzip der austauschbaren Teile zu fertigen hatte.

Nach Europa kam dieses System durch die erste Industrieweltausstellung in London 1851 – nach dem gläsernen Hauptgebäude wurde sie auch als „Crystal Palace Exhibition“ bezeichnet. Als Beleg dafür, dass sich in den USA Erstaunliches tat, wurde auch die Tatsache gesehen, dass der Amerikaner Samuel Colt in London ein Werk für die Produktion von Handfeuerwaffen errichtete. Dies geschah auf dem Höhepunkt der Dominanz Großbritanniens als Industrienation!

Im britischen Parlament wurde 1854 ein Select Committee gebildet, um die effizienteste Methode der Waffenproduktion zu ermitteln. Die Fertigung der Einzelteile und der anschließende Zusammenbau leichter Feuerwaffen erfolgte in Großbritannien in einer Vielzahl kleiner Betriebe durch hochqualifizierte Facharbeiter. In den Diskussionen im Parlamentsausschuss prallten die unterschiedlichen Sichtweisen und Philosophien aufeinander: Auf der einen Seite stand der Technikoptimismus der Amerikaner, der exemplarisch von Colt vertreten wurde. Er erklärte vor der Commission, „there is nothing that cannot be produced by machinery.” (Zit. bei Hounshell 1984: 19) Auf der anderen Seite standen die britischen Waffenhersteller, die sich überwiegend dafür aussprachen, das bisherige facharbeiterbasierte System beizubehalten. Colt wiederum erklärte in Bezug auf sein britisches Werk provokativ, dass die Werkzeugmaschinen „Made in America“ in seinem britischen Werk nur durch amerikanische Arbeiter betrieben werden könnten, weil nur diese gewährleisten würden, dass die Teile in der notwendigen Qualität hergestellt werden (ebd.: 20).

Ein umstrittener Punkt war die Frage, ob die amerikanische Produktionsweise wirklich eine Austauschbarkeit der Waffenteile sicherstellte. Es erwies sich, dass vielen Herstellern in den USA die wiederholten Messungen und andere Vorkehrungen, die man in den Arsenalen getroffen hatte, als zu aufwendig erschienen. Bei der staatlichen Waffenherstellung aber bestätigte sich, dass man die Austauschbarkeit tatsächlich gewährleisten konnte. Wie auch immer – die britische Regierung bestellte bei Colt eine komplette

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Waffenfabrik. Der Technikhistoriker Wolfgang König (1989: 91) kommentiert: „Die ‚Werkstatt der Welt' hatte gegen die ‚Yankee Ingenuity' mitten im Siegesgefühl nach dem Krimkrieg 1851 eine Schlacht verloren." Der Vorsitzende des Select Committee on Small Arms im britischen Parlament warnte in seinem Abschluss-Statement, dass „contriving and making of machinery has become so common in [the United States] …that unless the [American] example is followed at home …it is to be feared that American manufacturers will before long become exporters… to England. " (Hounshell 1984: 66) Er sollte recht behalten.

Die Regierungen in Europa waren naturgemäß hochinteressiert, Anschluss an diese Entwicklung zu gewinnen. Ab Mitte der 1850er Jahre wurden die amerikanischen Maschinen in England und in Deutschland (Preußen) weithin kopiert. Zugleich wurden alle europäischen Länder mit Maschinen aus den USA beliefert. Es gebe keinen besseren Beweis für die Überlegenheit der amerikanischen Maschinen bei der Herstellung von Feuerwaffen, so schrieb Fitch – Fabrikant und Autor einer Abhandlung über das American System (von ihm als „Manufactures of Interchangeable Mechanism" bezeichnet), die als Teil des Berichts über den 10. US-Census veröffentlicht wurde – als die Tatsache, dass die preußische Regierung ihre Maschinen bei einer amerikanischen Firma orderte (Fitch 1880: 4).[27]

Die Entwicklungen im Werkzeugmaschinenbau stieß in den USA auch in anderen Branchen die Entwicklung zu einer „Massenproduktion" an: so z.B. in der Uhrenindustrie, der Nähmaschinenindustrie, der Agrarmaschinenindustrie, der Fahrradindustrie, der Fleischverarbeitung und der Konservenindustrie. Hounshell zieht eine Linie von diesen Industrien bis hin zu der Automobilproduktion im 20. Jahrhundert.

Die Fähigkeit, austauschbare Teile fertigen zu können, galt noch Anfang des 20. Jahrhunderts als exzeptionell. Als Henry Leland, der gerade das Unternehmen Cadillac gegründet hatte, in den Jahren 1908 und 1909 in London zu einem Test einlud, um – wie einstmals Blanc – den öffentlichen Beweis anzutreten, dass seine Automobile aus austauschbaren Teilen bestanden, zog dies Massen von Zuschauern an. Leland beschrieb die Episode in seiner Autobiografie:

27 Fitch zitiert aus einem Schreiben der preußischen Regierung, indem diese ihre Zufriedenheit mit den gelieferten Maschinen ausdrückte. Das Schreiben (vom 27. April 1875) belegt, dass die Regierung in Preußen über die Funktionsweise des American System gut informiert war (Fitch 1880: 4).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> "The Standardization Test, as the event was called, had been open to all automobile companies, but there was only one entrant—the American Cadillac Motor Company. The test was complicated. If successful, the test would prove that all parts in Cadillac cars were interchangeable, and that parts of all automobiles, if properly manufactured, could be interchangeable. This would be a development of the first magnitude. Cadillacs were the product of machine tools, and if it could be demonstrated that they were so accurately made, this fact would smash the idea held by most Europeans that machine tools and quality do not go together, and that the finest car was one that in large part was handmade. It would also indicate that machine-made cars could be produced in larger numbers. (…) Experts freely predicted failure because, as one put it, 'A uniform accuracy of fitting to the two-thousandth fraction of an inch would be indispensable to prevent failure.' Such precision was deemed impossible." (Leland 1966: 15)

Das Cadillac-Team gewann den Wettbewerb und brachte die Trophäe in die USA. Das Team trat auch in Detroit auf. Das war zur selben Zeit, als Henry Ford entschied, mit seinem neu entwickelten Modell T den Schritt zu einer Massenproduktion zu wagen.

2.4 Veränderungen der Belegschaftsstruktur und die Frage der Kontrolle über den Shopfloor

Die Belegschaftsstruktur in den Betrieben der Metallverarbeitung im 19. Jahrhunderte war stark polarisiert: den „Skilled Workers" standen die „Unskilled Workers" gegenüber, vereinfacht übersetzt die „Gelernten" den „Ungelernten". Bei näherer Betrachtung differenziert sich dieses Bild, der grundlegende Polarisierung bleibt aber bestehen. (Vgl. zum Folgenden Nelson 1975; Montgomery 1987) Betrachten wird zunächst die erstere Gruppe, die Craftsmen/ Facharbeiter[28].

Bei diesen handelte es sich zunächst um die traditionellen Berufsgruppen („Trades") der handwerklichen Produktion.[29] Mit der wachsenden

28 Bei der Verwendung deutscher Begriffe werden leicht die Besonderheiten des amerikanischen Kontextes überdeckt, daher werden die amerikanischen Bezeichnungen (zunächst) nicht ins Deutsche übersetzt.

29 In den USA begann schon früh ein Prozess der Ablösung der Vermittlung fachlichen Qualifizierung von den ursprünglichen handwerklichen Formen der Ausbildung.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Bedeutung der Tätigkeiten der Metallbearbeitung bildete sich hier neue Berufsgruppen heraus, die in den frühen Berichten des American Census oft pauschal als die Mechaniker („Mechanics") bezeichnet wurden. Zur wichtigsten Berufsgruppe wurden hier bald die „Machinists".

Die Machinists bildeten um die Mitte des 19. Jahrhunderts einer frühen Beschreibung zufolge eine Mischung aus einem Millwright (Maschinenschlosser), einem Whitesmith (Blechschmied), einem Fitter (Montageschlosser), einem Finisher (Fertigsteller/Feinbearbeiter), einem Locksmith (Schlosser), und anderen traditionellen Handwerken. Um 1900 wurde die Bezeichnung vor allem für Facharbeiter an Werkzeugmaschinen wie die Dreher, Fräser, Schleifer u.a. verwendet. (vgl. Montgomery 1987: 181f)

Das Berufsbild der Machinists nahm erst nach und nach Gestalt an. Die Tätigkeit war in hohem Maße selbstbestimmt und ganzheitlich, sie wurde zum Ideal vieler späterer Visionen von guter Arbeit (so bei Braverman, dazu im 5. Kapitel mehr). Montgomery beschreibt die Situation um die Zeit des ausgehenden 19. Jahrhunderts:

„Most machinists of that epoch ... had used a workbench to lay out cuts to be made on machine tools, as well as to hand finish their work with files, scrapers, and lapping stones. They would move to work to an available lathe, drill press, milling machine, shaper, or planer, as the sequence of operations they had determined required, until they could deliver finished parts or assembled units to the foremen. The latter's instructions to the journeyman were little more than a description of, or consultation about, a mechanical problem to be solved. Desired dimensions or shapes might be chalked on the units or on the shop floor. Fitting parts together in assembly, or 'erection' of final products, was an important part of the trade as was the shaping of parts." (ebd. 182)

Die oben angesprochenen Foremen wurden aus den Reihen der Skilled Worker rekrutiert; eine Gleichsetzung mit der Rolle der Meister in den deutschen Betrieben wäre aber irreführend, da hier die Verbindung zu dem Berufsbildungssystem fehlt.

Die Unskilled Workers in der Belegschaft bestand zum einen aus unterschiedlichen Gruppen von Hilfskräften zum anderen aus „Operators". Zu

Das Handwerk mit seiner klassischen Rollenteilung zwischen Meister, Geselle und Lehrling war hier sozialstrukturell ohnehin viel schwächer verwurzelt als im alten Europa (grundlegend für das Folgende: Elbaum 1989). Aufgrund des Mangels an Skilled Labor wurden Arbeitsplätze daher auch von Personen besetzt, die kein Facharbeiterzertifikat vorweisen konnten.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

den ersteren zählten die „Laborers“[30], die Transporttätigkeiten und sonstige zumeist schwere körperliche Arbeiten ausübten und die „Helpers“, die den Facharbeitern bei ihren Tätigkeiten zur Hand gingen; zu ihnen wurden auch die „Apprentices“ gezählt, die oft als billige Arbeitskräfte ausgebeutet wurden.

Die letzte Gruppe unter den Unskilled in der obigen Aufzählung wurden die „Operators“ genannt. Diese traten auch als letzte auf den Plan. Ihr Ursprung lag Systemen der Massenproduktion, die insbesondere im letzten Drittel des 19. Jahrhundert von Unternehmen in unterschiedlichen Branchen eingeführt wurden.

”Unlike either the craft worker, whose training and traditions permitted considerable autonomy in the direction of his own and his helpers’ work, or the laborer, who applied his portable muscle power wherever and whenever directed, the operative was a specialist, bound to repetition of the same task in the same place.” (Ebd.: 115)

Anfangs sah man ihn noch als eine Art abgestufter Machinist, „second class machinsts“, „grouped with machine tenders and machine hands“ zitiert Meyer aus einem Census Bericht (Meyer 1981: 45); in der weiteren Entwicklung diente er allgemein zur Bezeichnung für Arbeiter mit einer eng spezialisierten Tätigkeit an einer einzelnen Maschine; daher wurden sie auch als „Specialist“ bezeichnet.

Um die Jahrhundertwende waren diese „Specialists“, oder „Semi-Skilled Workers“ wie die Operators auch genannt wurden, zu einem wichtigen Teil der Belegschaft vieler Betriebe geworden.

Die Craftsmen (einschließlich der dieser Gruppe üblicherweise zugerechneten Foremen) nahmen in der Mehrzahl der Betriebe noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts eine dominierende Rolle ein. Sie organisierten die Produktionsabläufe und überwachten die Arbeit Hilfskräfte, die sie oft eher als Untergebene denn als Kollegen betrachteten.[31] Der Arbeitshistoriker Meyer:

30 Zur sozialen Herkunft dieser Gruppe stellt Montgomery fest: „A ‘normal‘ laborer was foreign-born or black farm youth.” (Ebd.: 65)

31 Der Gedanke der Solidarität mit den Ungelernten lag dieser Gruppe fern. Diese Einstellung verstärkte sich noch durch die Haltung der Gewerkschaft gegenüber diesen Gruppen. Die gegen Ende der 1880er gegründete IAM (International Association of Machinists) schloss die Mitgliedschaft von Schwarzen, Frauen und Immigranten aus und ließ nur Facharbeiter mit weißer Hautfarbe zu, die möglichst schon in den USA geboren wurden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

"At the beck and call of the mechanic, the helper was the skilled worker's servant who fetched and carried materials to and from his work station or machine." (Meyer 1981: 44)

Die Mechanics, wie auch Meyer die Gruppe der Craftsmen pauschal bezeichnet, erledigten einen Großteil der dispositiven Managementaufgaben. Ein wesentliches Element der „craft workers control" auf dem Shopfloor war die Kontrolle über die „stints", so die Bezeichnung für die Höhe der vorgegebenen Tagesleistungen. Für die meisten Tätigkeiten gab es solche Leistungsvorgaben. Die Eigentümer und von ihnen eingesetzte Produktionsleiter spielten auf dem Shopfloor der Maschinenbaubetriebe demgegenüber kaum eine Rolle.

Viele Unternehmen insbesondere des Maschinenbaus entschieden sich unter diesen Bedingungen für das sog. Inside Contracting.

> "Under inside contracting, employers owned the means of production. They provided floor space and machinery, supplied raw material and working capital, and arranged for the sale of the final products. (...) Contractors hired their own helpers, supervised the work process, and received a piece rate from the company for completed goods." (Montgomery 1987: 21)

Oft waren es Facharbeiter oder ihre Foremen, die den Shopfloor ohnehin schon dominierten, die die Rolle als Inside Contractors übernahmen. Das Kontraktsystem war populär, weil die Kontraktoren die Einhaltung der (Niedrig-)Kosten garantierte. Die Unternehmen sparten dadurch die Kosten für Aufsichtspersonal und überhaupt den Umgang mit Personal. (Vgl. dazu Nelson 1975: 36f)

Für die Eigentümer und ihr Aufsichtspersonal bedeutete das System einen noch weitergehenden Kontrollverlust als vorher im Facharbeitersystem. So wusste das Produktionsmanagement der Winchester Repeating Arms Company, die ein solches System anwendete, sehr wenig über den tatsächlichen Produktionsablauf, wie Montgomery feststellt:

> "They could not figure out the actual piece rates paid by the contractor to his workers, nor did they know precisely how much profit they made. Furthermore, inventory control was virtually non-existent, and there was only a superficial check on the flow of raw material going to each contractor or on the amount of spoilage." (Montgomery 1987: 22)

Andere Unternehmen ernannten ihre Foremen zu Angestellten (Salaried Foreman") oder suchten sie auf andere Weise stärker an sich und ihre

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Ziele zu binden. Die Funktion der Foremen wurde primär in der Erhöhung der Stückzahlen, im „getting work out", gesehen. Die Leistungserbringung wurde durch Druck und Arbeitshetze, im Sinne der „driving method of supervision" gewährleistet (Nelson 1975: 43). In vielen Werken bestimmten die Foremen auch die Höhe der Lohnsätze. Wo ein Stücklohnsystem eingeführt wurde, wurden die Leistungsanforderungen in der Regel von ihnen bestimmt. Dies machte den Foreman zur zentralen Figur in der Auseinandersetzung um die Leistungserbringung bzw. um „Output Restrictions". Die Herrschaft der Foremen auf dem Shopfloor endete mit der Verbreitung der Methoden des „Scientific Managements".

2.5 F. W. Taylor

Taylor begann nach einer Lehre als Modellbauer und Maschinist 1870 seine Berufslaufbahn als Arbeiter in der Midvale Steel Company. Dort wurde er bald zum Sub-Foreman ernannt.[32] In dieser Rolle untersuchte er mit der Stoppuhr die Arbeitsabläufe in seinem Verantwortungsbereich und suchte nach Möglichkeiten, die den Output erhöhten. Sein Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass sowohl die Arbeiter als auch die Maschinerie weit unter ihrem Leistungsvermögen arbeiteten.

Die zu seiner Zeit übliche „driving method of supervision" sah Taylor als den falschen Weg. Die Foremen folgten dabei, so Taylors Kritik, lediglich ihrem Bauchgefühl in Bezug auf das, was nach ihrer Meinung eine angemessene Arbeitsleistung darstellte. Er suchte nach Möglichkeiten einer personenunabhängigen Begründung für die Höhe der abgeforderten Leistung.

Taylors eigener Entwicklungsweg konfrontierte ihn nach seiner Ernennung zum Produktionsleiter der Mechanischen Fertigung jedoch zunächst eher mit maschinellen Abläufen. Seine Aktivitäten in diesem Bereich stehen in der heutigen Wahrnehmung nicht mehr so im Vordergrund, waren aber für seinen Einfluss in den Unternehmen zu der Zeit zunächst bedeutsamer als seine Arbeitsstudien. In den 1880er Jahren war Midvale einer der modernsten metallverarbeitenden Betriebe in den USA und Taylor, als aufstrebender Produktionsmanager in Midvales Maschinenhalle, befand sich

32 Midvale hatte damals 400 Beschäftigte. Taylor stieg schnell auf – zuerst zum Bereichsleiter (Superintendent) und um 1884 schließlich zum Chefingenieur. Als Ende der 1880er Jahre Midvale seine Führungsrolle in der Rüstungsindustrie verlor, wurde er zum Unternehmensberater.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

auch durch vermehrte Rüstungsaufträge „an vorderster Front". Der Betrieb investierte in neue Maschinerie und Prozesse, aber die wirtschaftlichen Ergebnisse waren unbefriedigend.

Eine offenkundige Ursache von Ineffizienzen war das Belting. In den Fabriken des 19. Jahrhunderts spielten die Antriebsriemen, die für die Kraftübertragung von der zentralen Dampfmaschine auf die Vielzahl von Bearbeitungsmaschinen sorgten, eine sehr wichtige Rolle. In der Praxis war mangelhaftes Belting häufig die Quelle für eine ineffiziente Maschinennutzung und für Produktionsunterbrechungen. Entweder waren die Riemengelege zu schlaff eingestellt oder zu straff. Taylor stellte dazu fest:

> "In the machine-shops systematized by us we have found that there is not one machine in a hundred which is speeded by its makers at anywhere near the correct cutting-speed." (Taylor 1911: 112)

„Systematisieren" war in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, ein Schlüsselbegriff für eine Rationalisierungsbewegung von betrieblichen Praktikern und Wissenschaftlern in den USA, auf die unten noch zurückgekommen wird. Taylor sah sich als Teil dieser Bewegung, der er schließlich mit seinem Ansatz des Scientific Management (die Bezeichnung stammt ursprünglich nicht von ihm, wurde aber von ihm übernommen) seinen Stempel aufgedrückt hat.

Ein Beispiel für das Systematisieren von Fertigungsabläufen waren Taylors Untersuchungen über das richtige Belting. Mit dieser Frage befasste sich Taylor in unzähligen Experimenten und schrieb darüber eine detaillierte Abhandlung (Taylor 1893). Die intensive Befassung mit der Thematik, die offenbar von der technischen Entwicklung – es gab auf dem Markt bereits Maschinen mit elektrischem Antrieb – bald überholt sein würde, zeigt, dass es Taylor vor allem um die Optimierung bestehender Abläufe ging und nicht um Automatisierung.

Die Untersuchungen über das Belting waren aber nur ein Vorspiel zu denen, die Taylor später an Werkzeugmaschinen zusammen mit einem Metallurgieexperten (Mansur White) bei Bethlehem Steel durchführte. Die Untersuchungen erstreckten sich über einen Zeitraum von 26 Jahren und umfassten zwischen 30.000 und 50.000 Experimente (Taylor 1919: 106). Dabei ging es um drei Fragen: 1. Welche Art von Stahl soll verwendet werden, 2. welche Schnittgeschwindigkeit und 3. welcher Vorschub sollen gewählt werden? Taylor sah auch hier das Problem, dass diese Fragen in der Regel per Daumenregel entschieden wurden. Er erwähnte die beeindruckende Menge seiner Experimente nicht ohne Grund, waren sie doch ein gutes

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Beispiel für die von ihm propagierte evidenzbasierte Vorgehensweise bei der Leistungsregulierung auf dem Shopfloor.

Die Entdeckung des „Hochgeschwindigkeitsstahls", die im Zuge der Experimente gemacht wurde, war eine weltweite Sensation. Die Experimente hatten gezeigt, dass Schneidewerkzeuge aus Stahl mit einer bestimmten Legierung ihre längste Haltbarkeitsdauer erreichten, wenn sie mit höchstmöglicher Geschwindigkeit bei der höchstmöglichen Temperatur (knapp unter ihrem Schmelzpunkt) genutzt wurden. Die mit dem neuen Stahl ausgerüsteten Werkzeugmaschinen schnitten Metall in einem beispiellosen Tempo. Im Vergleich zu bisherigen Schnittgeschwindigkeiten am Werkstück von sechs bis neun Metern pro Minute liefen dieselben Werkzeuge mit dem neuen Stahl bis zu einer Geschwindigkeit von 18 Metern pro Minute, d.h. mit doppelter bis dreifacher Schnittgeschwindigkeit.

Was für ein Befund! Für die Industrie ein Jackpot, ein Meilenstein auf dem Weg zur Massenproduktion. Gleich mehrere Barrieren waren durchbrochen worden. Taylor und White hatten gezeigt, wie groß die Möglichkeiten der Optimierung bei den vorhandenen Maschinen waren, ohne weiter automatisieren zu müssen. Und es war ein großer Schritt in Richtung auf die Schwächung der Position der Facharbeiter auf dem Shopfloor. Der Wirtschaftshistoriker Aitken kommentiert:

> "Incidentally, (...) they had upset one of the most hallowed precepts of the machinist's craft: the belief that the proper cutting speed was the one that maximized the life of the cutting edge of the tool. Not so, said Taylor: tools can and should be reground regularly and systematically; what we should maximize is the amount of metal removed per unit of time, and cutting speeds should be set accordingly." (Aitken 1960: 30)

Nicht nur war es jetzt möglich, die Prozesse der mechanischen Bearbeitung zu beschleunigen, es war vielmehr aus technischen Gründen sinnvoll und aus Konkurrenzgründen letztlich auch unumgänglich, dies zu tun. Ein langsameres und vorsichtigeres Vorgehen bei der Bearbeitung konnte nicht mehr mit der Gefahr des Werkzeugbruchs begründet werden, das Gegenteil war der Fall: Die Gefahr des Bruchs wuchs, je langsamer die Maschinen gefahren wurden.

Aber Taylor ging es nicht nur um Maschinen, sondern um den Shopfloor insgesamt (Montgomery 1987: 229ff.). In seinen Abhandlungen über das Shop Management (1903, 1911) machte er viele Vorschläge, die bei Ford später auf fruchtbaren Boden fielen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die nachhaltigste Wirkung hatte Taylors Vorschlag, eine Planungsabteilung zu bilden, die dafür zuständig war, über die Einhaltung der Standards zu wachen, Arbeits- und Zeitstudien durchzuführen und die Vorgaben veränderten Bedingungen anzupassen.

Die Aufgaben der Planungsabteilung sollten, Taylors Ansicht zufolge, noch darüber hinausgehen und im Grunde die gesamte Fabriksteuerung umfassen. Dies galt für die Produktionssteuerung vom Auftragseingang bis zur Erstellung der tagesgenauen Produktionspläne, für die Kontrolle der Lagerhaltung und für die Kostenrechnung bis hin zu Personalmaßnahmen wie Rekrutierungen und Entlassungen. „The shop, and indeed the whole works should be managed, not by the manager, superintendent, and foreman, but by the planning department." (Taylor 1903: 110f.) Es ging also letztlich um die betrieblichen Macht- und Herrschaftsstrukturen. Nur wenige Unternehmer waren bereit, das ganze Paket der Taylorschen Vorschläge zu übernehmen.

Auch die Foremen waren dagegen. Sie waren besonders stark von den Taylorschen Überlegungen zur Regulierung der Produktionsarbeit betroffen (Taylor 1903). Taylor schlug vor, die Vielzahl von Aufgaben, die von den Foremen üblicherweise erfüllt wurden, aufzusplitten und die Teilaufgaben an unterschiedliche Gruppen von „functional foremen" zu übertragen.

Taylors Analyse der Tätigkeiten der Foreman ergab acht unterschiedliche Aufgabenbereiche[33], davon vier in der unmittelbaren Produktion sowie vier, die in Verbindung mit der Tätigkeit des Planungsbüros und der Betriebsführung standen. Die Foremen wären, wenn man dem Vorschlag folgte, nur noch für einen sehr viel kleineren Aufgabenbereich zuständig, mit dem sie sie dann allerdings auch sehr viel gründlicher befassen konnten. Als Folge, so war die Erwartung, benötigten die Arbeiter kein umfassendes Prozesswissen mehr; die fähigsten Craftsmen konnten in die neuen Foremen-Jobs aufsteigen, der Rest konnte durch Unskilled Workers ersetzt werden. Entsprechend ging Taylor bei seinen Aktivitäten zur „Systematisierung" der Abläufe vor. Nachdem er beispielsweise den Machine Shop bei Bethlehem Steel umgestellt hatte, waren 95% der Arbeiter in der Rohbearbeitung der

33 1. Anleitung und Überwachung der Arbeitsteams (Gang Boss); 2. Einrichtung der Werkzeugmaschinen und Regulierung der Schnittgeschwindigkeit (Speed Boss); 3. Instandhaltung der Maschinen und Verhinderung von Störungen (Repair Boss); 4. Qualitätssicherung (Inspector); 5. Auftragssteuerung (Route Clerk); 6. Erstellung detaillierter Aufgabenbeschreibung für die Produktionsarbeiter (Instruction Card Man), 7. Zeit- und Kostenerfassung (Time and Cost Clerk) und 8. Treffen von Disziplinarmaßnahmen sowie die Lösung von Arbeitskonflikten (Disciplinarian).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Teile und 25% in der Feinbearbeitung in der Mechanischen Fertigung Ungelernte. (Montgomery 1987: 221)

Die Vorschläge Taylors spielten eine große Rolle bei der Ausdifferenzierung von Managementfunktionen und der Aufgaben der Betriebsführung, in Gänze übernommen wurden sie aber von keinem Unternehmen. Das leitende Management sah in diesen Vorschlägen eine zu große Einschränkung ihrer eigenen Führungsrolle.

1910 streikten die Arbeiter des Watertown-Arsenals, eines staatlichen Rüstungsbetriebs, in dem man begonnen hatte, das Taylor-System einzuführen (vgl. dazu Aitken 1960). Nach Anhörungen durch eine Untersuchungskommission des Kongresses wurde die Anwendung der Taylor-Methoden in staatlichen Unternehmen untersagt (vgl. Nadworny 1955). Erst nach Taylors Tod (1915) setzte sich unter seinen Schülern die Erkenntnis durch, dass seine Methoden nur im Konsens mit den Gewerkschaften praktiziert werden konnten (vgl. Nelson 1974).

Taylor gilt heute als derjenige, der die Methode der Arbeitsteilung und der repetitiven, sinnentleerten, kurzzyklischen Arbeit entwickelt hat und damit quasi das Fließbandsystem erfand. Das trifft nicht zu.[34] Die Produktivitätsvorteile einer Aufteilung der Arbeit in Teilarbeiten kannte man schon lange und nutzte sie schon in der Manufakturperiode. Sie waren jedem Produktionsleiter bekannt. Aber mit seiner Methode des Arbeitsstudiums und seinem Ansatz kontrollierter Experimente auf der Suche nach dem One Best Way hat er Wege aufgezeigt, um die Fließbandarbeit effizient zu organisieren und die Arbeit zu intensivieren.

2.6 Von der Systematic-Management-Bewegung zur Managerial Revolution

Im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts nahm die Zahl der Berichte zu, dass die Abläufe in den Betrieben alarmierend ineffizient – „increasingly chaotic, confused and wasteful" – verliefen (Litterer 1963: 372).

Beobachter, die amerikanische und europäische Produktionspraktiken verglichen, sahen als Ursache die viel höhere Arbeitsteilung in den amerikanischen Betrieben. Ihre Diagnose: Je weiter die Arbeitsteilung vorangetrieben wurde, desto mehr wuchsen die Ineffizienzen aufgrund von mangelnder Kontrolle und Koordinierung des Gesamtablaufs.

34 Vahrenkamp vertritt die Auffassung, Taylor habe die Potentiale der Fließbandproduktion und der Automatisierung zu wenig beachtet und sei deshalb von der Praxis rasch überholt worden (Vahrenkamp 1977, LXXX).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Kontrolle und Koordinierung der Abläufe zu verbessern war das Ziel der Systematic Management Bewegung. Im Vordergrund standen dabei zumeist betriebswirtschaftliche Ziele: Erhöhung der Kostentransparenz durch systematische Buchhaltung und Kostenrechnung, Produktionskontrolle und Auftragssteuerung, Lagerverwaltung und generell die Verbesserung der Koordination horizontaler und vertikaler Informationsflüsse im Unternehmen (Litterer 1963: 376). Ziel war die „rationale Fabrik" (Biggs 1996).

Treiber dieser Entwicklung waren auch die Verbreitung von Lohnanreizsystemen und der damit verbundene Administrationsaufwand. Solche Systeme wurden zu dieser Zeit als Mittel zur Lösung der Kontrollproblematik auf dem Shopfloor heftig diskutiert. Als Folge der Einführung der neuen Systeme kam es zu einer zunehmenden Zentralisierung der Planungs- und Verwaltungstätigkeiten und entsprechend zu einer Vergrößerung der Anzahl an Angestellten in der Produktion.

> "Hence, time keepers and cost clerks were added to keep track of orders and any information on them, and still other specialists were added to assemble any information on stocks and material for production, or eventually to assume control over all material and production facilities." (Litterer 1963: 387).

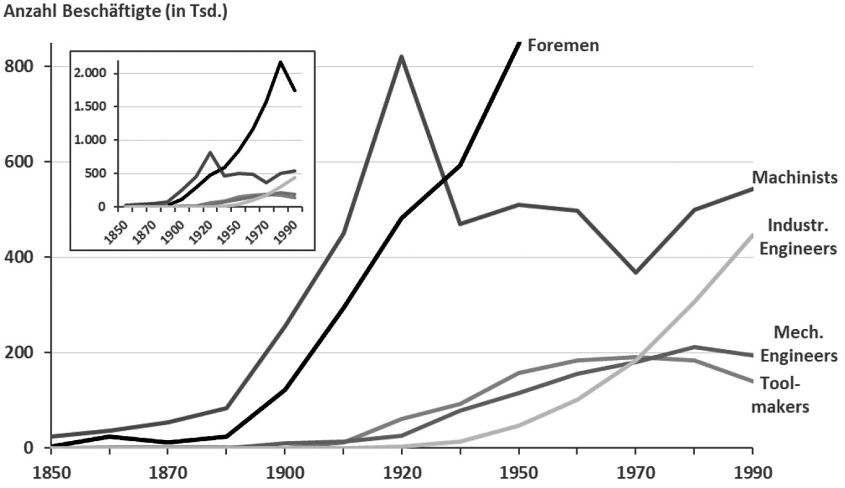
Darüber hinaus wurden weitere Stabspositionen geschaffen. Taylors Scientific-Management-Konzepte trugen wesentlich dazu bei, solche Positionen einzurichten. Ingenieure hatten vor 1880 kaum eine Rolle in den Betrieben gespielt. Ihr Bestreben, den Shopfloor nach Managementprinzipien zu führen, stieß bei den Eigentümern auf Skepsis, sie betrachteten die neuen Systeme als teuer und unnütz (Shenhav 1999: 18). Dies änderte sich nun rasch. Schon um die Jahrhundertwende gab es in den US-Unternehmen im Vergleich mit anderen Ländern den höchsten Anteil an Angestellten gemessen an der Anzahl der Arbeiter in der Produktion, und es entstand die neue Klasse der Manager. In den Produktionsbereichen wuchs die Zahl der Ingenieure, die von den neu eingerichteten Studiengängen an Universitäten ausgebildet wurden. (Ebd.: 19). Auch die Anzahl der Vorgesetzten mit College-Abschluss auf der unteren Managementebene nahm zu. Diese Entwicklung ging einher mit der Zunahme der Anzahl der Foremen in unterschiedlichen Funktionen auf dem Shopfloor. Ihre Zahl verdreifachte sich in der Zeit zwischen 1900 und 1920.

Die Abbildung 4 spiegelt diese Entwicklungen in den USA wider, wirft durch Ausweitung des Zeithorizonts zugleich einen weiten Blick voraus.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Hier werden Tätigkeitsgruppen erfasst, die im Zuge der industriellen Entwicklung an Bedeutung gewannen. Eine Zurechnung zu einzelnen Industrien lässt sich nicht vornehmen, aber es handelt sich um Schlüsselberufe in der metallverarbeitenden Industrie.

Abbildung 4: Entwicklung ausgewählter Tätigkeitsgruppen in den USA (1850 bis 1990)



Quelle: Carter/Sutch (2007, Table Ba 1159–1395: 146, 148). Der Einschub zeigt die Entwicklung im logarithmischen Maßstab, um auch die Spitze des höchsten Kurvenverlaufs noch abzubilden.

Die Anzahl der Machinists stieg seit 1850 langsam an, ab 1880 war hier eine deutliche Beschleunigung festzustellen.[35] An ihnen zeigt sich am deutlichsten die Entwicklungsdynamik, die die folgenden Jahrzehnte kennzeichnete. Bis zum Ende der 1910er Jahre verzehnfachte sich ihre Zahl, danach aber halbierte sie sich innerhalb weniger Jahre und blieb danach mehr oder minder auf demselben Niveau. Der starke Abfall in den 1910er Jahren drückt aus, was in dem Jahrzehnt geschah und was im nächsten Kapitel ausführlich beschrieben werden soll.

35 In der zeitgenössischen Literatur und offenbar auch umgangssprachlich wurden Facharbeiter, die an Maschinen arbeiteten oder sie herstellten pauschal als „Mechanics“ bezeichnet. In der Census-Berichterstattung am Ende des 19. Jahrhunderts wurde hier die Unterscheidung zwischen Machinists und Mechanics vorgenommen, nach der die Letzteren für die Maschinenführung in der Produktion zuständig waren.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Bei den Foremen verlief die Entwicklung zunächst etwas verhaltener als bei den Machinists, ab den 1880er Jahren war aber auch hier eine Beschleunigung der Entwicklung festzustellen. Ihre Anzahl verfünffachte sich bis 1900 und verzwanzigfachte sich noch einmal bis 1920. Auch im Anschluss wuchs ihre Zahl weiter und erreichte 1980 ihr Maximum mit über 2 Mio., wobei Foremen in einer Vielzahl von Branchen auch außerhalb der Industrie eingesetzt wurden.

Eine dritte Gruppe, deren Entwicklung in Abbildung 4 wiedergegeben wird, sind die Ingenieure. In der Entwicklung dieser Gruppe drückt sich der Prozess der Akademisierung des Produktionsmanagements aus. Dieser Prozess lief sehr langsam an; um 1880 gab es gerade einmal 400 Mechanical Engineers, 1920 waren es 27.000. Danach erst schossen die Zahlen nach oben, das Maximum war 1980 mit 210.000 erreicht. Noch dynamischer, aber später einsetzend, war schließlich die Entwicklung bei den Industrial Engineers – den Experten des Arbeitsstudiums und der Prozessoptimierung in der Nachfolge von Taylor. Ihre Anzahl lag 1920 erst bei wenigen Tausend. Ihre Stunde kam erst nach dem Zweiten Weltkrieg, als ihre Anzahl sich – bezogen auf die gesamte Wirtschaft – im Zeitraum 1950 bis 1990 verzehnfachte (von 50.000 auf etwa 450.000).

2.7 Zwischenresümee

Der Weg zur Automobilindustrie führte über den Maschinenbau und über die Herstellung von massenhaft gleichförmigen Metallteilen im 19. Jahrhundert. Im Maschinenbau entstanden sukzessive die vielen Arten von Maschinen, die dies ermöglichten. Hier entstanden auch die ersten Vorrichtungen zur Automatisierung von Teilfunktionen der Bearbeitung von Metallteilen. Am Ende des Jahrhunderts war bei der Fertigung von Metallteilen bereits ein niedrig bis mittlerer Grad der Automatisierung erreicht.

Ebenso wichtig aber war für die Automobilindustrie die Herausbildung des American System of Manufacturing, die als zweiter Entwicklungsstrang in diesem Kapitel beschrieben wurde. Hier entstanden die grundlegenden Prinzipien des Produktionssystems, das auch für das Fordsche Produktionssystem von grundlegender Bedeutung waren: die Produktion strikt nach vorgegebenen Standards, die Verwendung von Einzweckmaschinen arrangiert im Sinne des Fertigungsflusses und die Verdrängung von Facharbeitern aus der unmittelbaren Produktion. Den Anstoß hierfür gaben

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

nicht Innovationen in der Produktionstechnik, sondern Anforderung an die Produkte seitens der (staatlichen) Auftraggeber.

Das Deskilling der Produktionsarbeit für die Herstellung mechanisch funktionierender Produkte war eine zentrale Triebkraft und auch explizites Ziel bei der Entwicklung der Maschinerie. Das Ziel war die Ersetzung der Facharbeiter durch Ungelernte. Die Durchsetzung des Systems war ein langsamer Prozess und in den meisten metallverarbeitenden Betrieben und in dem Maschinenbau selbst dominierten lange die Facharbeiter. Es entstand eine stark polarisierte Belegschaftsstruktur mit auf der einen Seite den Facharbeitern und den aus ihrer Gruppe gestellten unteren Vorgesetzten, den Foremen, und auf der anderen Seite den Hilfskräften, die den Facharbeitern zur Hand gingen und einfache, oft schwere körperliche Tätigkeiten verrichteten.

Die Systematic Management Bewegung und F. W. Taylor spielten eine wesentliche Rolle bei der Professionalisierung der Betriebsführung, der Herausbildung von Managementstrukturen und Experten- und Verwaltungstätigkeiten, die dem Angestelltenbereich zugerechnet wurden. Der Kampf der Facharbeiter um die Kontrolle über den Shopfloor war Anfang des 20. Jahrhunderts zugunsten des Managements entschieden.

Damit war der Boden bereitet für die Einführung des Systems der Massenproduktion durch Henry Ford. Man konnte nun die Früchte ernten, die die Entwicklungen des 19. Jahrhunderts bereitstellten.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

3. Das Fordsche System der Massenproduktion im Werk Highland Park in Detroit (1910 bis 1930)

3.1 Einleitung

Das Ford-Werk Highland Park ist ein historischer Markstein in der Industriegeschichte. Das Automobil wurde hier zum Massenprodukt und es entstand das Produktionssystem, das für viele Jahrzehnte das Leitmodell in der Automobilindustrie wurde. In diesem Werk erfolgte ein gewaltiger Produktivitätssprung. Die Ursachen dieses Produktivitätssprungs sind in der Forschungsliteratur bis heute umstritten. In der folgenden Darstellung wird versucht, die Besonderheiten des Ford-Systems zu erfassen und zugleich eine Einordnung aus heutiger Sicht vorzunehmen.

In Abschnitt 3.2 werden in kurzen Zügen die Anfänge der amerikanischen Automobilindustrie sowie die Anfänge von Henry Ford und der Ford Motor Company beschrieben.

Abschnitt 3.3 befasst sich mit der Produktstrategie und dem Geschäftsmodell von Henry Ford. Eine zentrale Rolle für den Erfolg des Unternehmens spielten die Festlegung auf ein einziges Fahrzeugmodell, das Modell T, und die Entscheidung für eine Produktion, die sich in ganz großem Stil die Vorteile der Economies of Scale zunutze machte. Dies bildete die Grundlage des Geschäftsmodells, das Henry Ford verfolgte, nämlich *der* Hersteller mit den uneinholbar niedrigsten Kosten zu werden.

In Abschnitt 3.4 steht das Werk Highland Park im Mittelpunkt. Im ersten Schritt erfolgt eine Beschreibung des Werks, im zweiten die Darstellung der grundlegenden technischen und organisatorischen Innovationen. Abschließend folgt ein Gang durch die Gewerke, um einen Eindruck von den Produktionsabläufen und -strukturen in diesem Werk zu gewinnen. Unterstützend werden Fotos hinzugezogen, die von den Ford Motor Company Archives in Detroit zur Verfügung gestellt wurden. Die Darstellung zeigt, dass das in damaliger Zeit wichtigste Gewerk des Automobilbaus, die Mechanische Fertigung, aber auch andere Gewerke bereits zu einem erheblichen Grad automatisiert waren. Der Gang durch die Gewerke bietet aber auch einen Eindruck von der Improvisation, vom permanenten Umbau und von den chaotischen Verhältnissen in der Anfangszeit, in der – dennoch oder gerade deshalb – die wesentlichen Innovationen stattfanden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In Abschnitt 3.5 werden die Veränderungen der Belegschaftszusammensetzung, die mit der Einführung des neuen Produktionssystems einhergingen, beschrieben. Diskutiert wird der Einfluss der besonderen Bedingungen auf dem Arbeitsmarkt in dieser Zeit, die dem Ziel einer Reduzierung der Qualifikationsanforderungen in der Produktion entgegenkamen.

Abschnitt 3.6 befasst sich mit Veränderungen in den Arbeitsbeziehungen. Die Einführung des Five-Dollar-a-Day-Mindestlohns machte das Fordsche System mit einem Schlag weltbekannt. Aber das war nicht die einzige Maßnahme, die auf Veränderungen in den Arbeitsbeziehungen abzielte. In der Literatur werden sie unter Bezeichnungen wie Welfare Regime, Moral Economy diskutiert. Die Frage hier ist, ob die Maßnahmen, die in diesem Zusammenhang getroffen wurden, als ein notwendiges, funktionales Element zur Stabilisierung des Fordschen Produktionssystem zu sehen sind, oder ob sie eher als ein Versuch der Vermeidung einer gewerkschaftlichen Organisierung der Belegschaft zu sehen sind.

Im Abschnitt 3.7 wird der Verlauf der Produktivitätsentwicklung im Werk Highland Park noch einmal genauer unter die Lupe genommen. Auf Grundlage neu erschlossener Datenquellen wird untersucht, in welcher Phase der Entwicklung die großen Produktivitätsanstiege stattgefunden haben und im Anschluss die Frage diskutiert, welches dafür die ausschlaggebenden Faktoren waren. War es der hohe Automatisierungsgrad, oder die Einführung des Fließbandes oder waren es eher Faktoren wie die Verdoppelung der Lohnhöhe und Veränderungen des Arbeitsregimes?

Am Ende steht wieder ein kurzes Zwischenresümee.

3.2 Die Anfänge der Automobilindustrie in den USA und die Anfänge von Ford

Die Produktion von Kraftfahrzeugen befand sich während der Jahrhundertwende noch in den Kinderschuhen. Im Jahr 1900 umfasste der weltweite Bestand an Automobilen gleich welchen Antriebs 12.000 Fahrzeuge, davon befanden sich 8.500 in Europa, die übrigen in den USA (Seherr-Thoss 1979: 25). Die USA waren also die Nachzügler, das größte Herstellerland

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

war Frankreich. Die Frage eines „dominanten Designs“[36] für ein Automobil war noch nicht entschieden.

Mit der Jahrhundertwende nahm die Anzahl der Firmengründungen in den USA von Jahr zu Jahr zu. Im Jahr 1900 gab es dort mindestens 72 Automobilhersteller. Danach kamen jährlich Dutzende hinzu. Im Zeitraum 1900 bis 1908 gab es über 500 Automobilunternehmen, viele wurden schon bald wieder aufgegeben (Nevins 1954: 234).

Die Voraussetzungen für Gründungen waren günstig. Das Interesse an der Produktion von Automobilen war groß. Es gab nicht nur eine Vielzahl leistungsfähiger Betriebe für den Maschinenbau, sondern auch technische Verfahren und Komponenten in anderen Branchen, die für den Fahrzeugbau genutzt werden konnten. Die beiden Zentren der neu entstehenden Industrie waren die Neuengland-Staaten und die Region Detroit. Die Neuengland-Staaten waren ein Zentrum der Waffenindustrie, hier war auch die Fahrradindustrie konzentriert, die in den 1880/90er Jahren einen großen Boom erlebt hatte und dann in die Krise geriet (Kendrick 1961; Mortier 1924). In der Region um Detroit gab es eine Vielzahl von mittelständischen Maschinenbauunternehmen, die den Ausgangspunkt für viele Gründer bildeten. Fast alle aus der ersten Gründergeneration hatten eine Lehre als Blacksmith, wie Ransom Olds und die Brüder John und Horace Dodge oder als Machinist, wie David Buick, Walter Chrysler, Henry Ford und Henry Leland, absolviert. (Vgl. Babson 1988: 43f) Die Automobilproduktion bestand zunächst vor allem im Zusammenbau zugekaufter Aggregate. Es gab keinen Mangel an Facharbeitern mit den erforderlichen Skills. Auch an Banken und Privatinvestoren, die nach Möglichkeiten zur Kapitalanlage suchten, fehlte es nicht.

Einer der frühen Gründer der Automobilindustrie war Ransom Olds, der die Grundlagen für die Entwicklung Detroits zur Weltautomobilhauptstadt legte (May 1977/1924: 126). Er baute hier um 1900 das erste Werk, das speziell für die Herstellung von Automobilen errichtet wurde – eine stolze Inschrift über dem Werkstor bezeichnete es als „The Largest Automobile Factory in the World“ (ebd.: 127). Trotz einer Produktion von wenigen hundert Fahrzeugen im Jahr war Olds’ Ziel bereits eine Massenproduktion. Der Automobilbau wurde als „The Next Big Thing“ angesehen.

36 Der Begriff kennzeichnet eine bestimmte Konfiguration technischer Merkmale eines Produkts, die sich auf dem Markt durchsetzt und die zum de facto Standard auch für die Wettberber wird (Utterback/Abernathy 1975).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Olds war wie Henry Ford davon überzeugt, dass die Zukunft in der Herstellung kleiner kostengünstiger Fahrzeuge liegen würde, er sah sich mit dem Modell „Runabout“[37] als Pionier dieser Fahrzeugklasse. Das große Käuferpotenzial sah Olds – ebenso wie Henry Ford – bei der Landbevölkerung. Dort bestand zu dieser Zeit in der Tat ein hoher Bedarf. Der Wirtschaftshistoriker Flik schreibt:

> „Nordamerika war zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch überwiegend von der Landwirtschaft geprägt und voll mit Selbstversorgungswirtschaften. Erst durch den Kraftwagen und den Bau von Fernstraßen erhielt dieses weite Land eine Verkehrsinfrastruktur, die es zu einer Marktgemeinschaft zusammenwachsen ließ. Für die Farmer… waren Kraftwagen nicht nur praktische Geräte, um schnell und bequem in die Stadt zu kommen, sie waren auch eine rentierliche Investition, wofür es durchaus lohnte, Schulden zu machen, weil das Einkommen dadurch sprunghaft zunahm.“ (Flik 2001: 47f.)

Diese praktischen Nutzungsüberlegungen waren es auch, die zur Entwicklung des Modells T führten, mit dem Ford der Durchbruch zum Massenproduzenten gelingen sollte.

Henry Ford war schon als Jugendlicher „maschinenbesessen“, wie sein Biograf Nevins schreibt. Er verließ den elterlichen Bauernhof früh, um dieser Leidenschaft nachzugehen, und trat in einem Detroiter Maschinenbaubetrieb eine Lehre zum Maschinisten an. Nach Abschluss der Lehrzeit (und einigen Zwischenstationen sowie einem Abendstudium) arbeitete er ab 1891 in der Edison Illuminating Company in Detroit und wurde dort wenige Jahre später zum leitenden Ingenieur ernannt. Während dieser Zeit baute er aus zusammengekauften Teilen seine ersten Fahrzeuge, nahm an Autorennen teil und machte sich einen Namen in der Gründer-Szene in Detroit. Mit 36 Jahren gründete er 1899 sein erstes Unternehmen. Die finanziellen Mittel hatte er nicht, dafür benötigte er Teilhaber. Nach einem Jahr kam aber schon das Ende – der Grund waren Meinungsunterschiede zwischen den Teilhabern und mit Ford. Ganz ähnlich verlief es bei der zweiten Gründung 1902 und beinahe auch bei der drittes, der 1903 gegründeten Ford Motor Company (FMC), der es aber nach einigen Krisen gelang, sich zu stabilisieren und aus der sich der spätere Weltkonzern herausbildete.

37 Der „Runabout“ war in den USA um 1910 eine populärer Fahrzeugtyp. Die Runabouts waren leicht und robust und hatten in der Standardversion zunächst nur eine Sitzreihe und zuerst weder eine Windschutzscheibe noch ein Verdeck.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Produktionsaktivitäten der FMC waren zunächst noch weitgehend auf die Fahrzeugmontage beschränkt; die Komponenten wurden von anderen Unternehmen eingekauft. Die Motoren stellte die Firma der Dodge-Brüder her, die selbst Anteile am FMC-Kapital erwarben. Für den späteren Entwicklungsverlauf bei Ford wurden in den Auseinandersetzungen mit den Teilhabern wichtige Weichenstellungen gesetzt. Henry Ford konnte sich mit seiner Strategie durchsetzen, die auf Low-Cost-Fahrzeuge setzte. Seine Widersacher im Vorstand unterlagen mit ihrer Forderung nach höherwertigen Fahrzeugen – Fahrzeugen für die Reichen (vgl. Nevins 1954: 252ff.).

In der Folgezeit kam es immer wieder zu Auseinandersetzungen mit den Teilhabern. Diese Konflikte folgten immer dem gleichen Muster: Auf der einen Seite stand der Ingenieur und prototypische Unternehmer Ford, der jeden verdienten Dollar in sein Unternehmen reinvestieren wollte, auf der anderen Seite standen die Investoren, Besitzer von Aktienanteilen, die auf höhere „Returns" aus ihrer Anlage pochten. Kredite bei Banken aufzunehmen, lehnte Henry Ford strikt ab. Anfang der 1920er Jahre kaufte Henry Ford alle noch außerhalb der Ford-Familie gehaltenen Aktien auf und machte sich zum unbestrittenen Alleinherrscher über sein Unternehmen.

Den Weg, höherwertige Automobile zu bauen, beschritten die Unternehmen Cadillac und Buick, die ungefähr zur gleichen Zeit gegründet wurden wie Ford (Cadillac 1902, Buick 1903). Sie taten dies ohne großen Erfolg. Am Ende des Jahrzehnts wurden sie von General Motors (GM) aufgekauft, dem 1908 als Holding gegründeten Unternehmen, in dem sich später ein ganz anderes System der Massenproduktion herausbilden sollte. Es war zu dieser Zeit keineswegs klar, ob Ford gegenüber Aktionärs- und Finanzmarktinteressen die Oberhand behalten würde. In der Öffentlichkeit erwarb er sich bald das Image eines Vorkämpfers gegen den Einfluss des Finanzkapitals und gegen Monopole. Dazu trug besonders seine Rolle in den Auseinandersetzungen um das Selden-Patent bei – eine heute kaum noch bekannte Episode, die Henry Ford jedoch schon zu einer international bekannten Persönlichkeit machte, bevor das Modell T überhaupt auf den Markt kam.[38]

Bei diesen Auseinandersetzungen ging es um ein Patent für ein fahrtüchtiges Automobil, das von George Selden, einem Patentanwalt und Erfinder, 1879 angemeldet worden war und dessen Anerkennung sich aufgrund wiederholter Anpassungen und Korrekturen durch den Erfinder lange hinge-

38 Vgl. Nevins (1954: 284ff., 425ff.).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

zogen hatte. Mittlerweile war das Patent von einer Gruppe kapitalstarker Finanziers erworben worden, die einen internationalen Trust gründeten, um von den Lizenzgebühren zu profitieren (Nevins 1954: 292).

Nachdem das Patent 1903 gerichtlich bestätigt worden war, begann sich die Automobilunternehmen weltweit aufzuteilen in solche, die zu Lizenznehmern des Trusts wurden, und solche, die sich den Independents um Henry Ford anschlossen. Die gerichtlichen Auseinandersetzungen zogen sich über acht Jahre hin. In Anzeigenkampagnen drohte der Trust den widerspenstigen Unternehmen und ebenso den Händlern und Käufern ihrer Fahrzeuge mit hohen Strafzahlungen. Einen Ford zu kaufen, war ein Risiko, und diejenigen, die das taten, machten ein politisches Statement. Die Aussichten, den Prozess zu gewinnen, standen für Ford und den französische Hersteller Panhard als den beiden Hauptbeschuldigten zunächst schlecht, die Mehrzahl der Automobilhersteller war inzwischen zu Lizenznehmern geworden. 1913 entschied ein Berufungsgericht jedoch zugunsten der Independents. Der Selden-Trust löste sich bald danach auf. Henry Ford wurde als „Giant Killer" und „Freedom Fighter" gefeiert (Nevins 1954: 285). „I am going to democratize the automobile", erklärte er einmal während des Prozesses, indem er darauf verwies, dass seine Fahrzeuge auch für Kleinhändler und Farmer erschwinglich waren (ebd.: 417). Ford zog aus dem Verfahren die Konsequenz, keine eigenen Patente mehr zu beantragen und sie ebenso wie Baupläne seiner Werke Interessierten zur Verfügung zu stellen. Damit hat er wesentlich zu der raschen Verbreitung seines Produktionssystems beigetragen. Auch die Sowjetunion und Nazideutschland profitierten später sehr von dieser Haltung (Link 2020: 38).

Die Popularität, die Henry Ford in der Öffentlichkeit durch den Selden-Prozess gewann, hatte sicherlich einen Anteil an dem großen Erfolg seines Modells T. Er selbst war sich dieser Wirkung sehr bewusst. Wenige Jahre nach dem Sieg über den Selden-Trust wurde er zum Aushängeschild der pazifistischen Bewegung gegen den Eintritt der USA in den Ersten Weltkrieg und nahm an der spektakulären „Freedom Ship"-Reise pazifistischer Aktivisten teil, mit der in letzter Minute noch der Versuch unternommen wurde, den Krieg in Europa zu verhindern.[39] In den 1920er Jahren wurde sein progressives Image allerdings von seinem Antisemitismus überschattet. Sein Buch „The International Jew" verbreitete sich vor allem in Deutschland. Die Verbindung von Modernisierertum und Antisemitismus, für die Henry Ford nun stand, machte ihn, wie Link (2020: 60ff.) beschreibt, für

39 Vgl. zu dieser Episode Nevins/Hill (1957: 26ff.).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

viele, die später zu Anhängern des Nationalsozialismus wurden, zu einem Vorbild.

Henry Ford hat auch in den folgenden Jahrzehnten die Entwicklung des Unternehmens maßgeblich geprägt. Bis 1945, als sein Enkel, Henry Ford II, die Führung des Unternehmens übernahm, wurden alle weichenstellenden Entscheidungen von ihm getroffen. Er selbst hat durch professionell organisierte Medienarbeit dafür gesorgt, dass ihm alle Errungenschaften in seinem Unternehmen persönlich zugeschrieben wurden., Hierzu trugen auch seine Publikationen maßgeblich bei, wobei vieles davon sicherlich von seinem Ghostwriter Samuel Crowther verfasst worden ist.

3.3 Das Modell T

Die Ford Motor Co. brachte im Verlauf der ersten Dekade des 20. Jahrhunderts in rascher Folge unterschiedliche Fahrzeugmodelle auf den Markt, und allmählich stellte sich der Erfolg ein. 1908, beim Modell T angelangt, traf Henry Ford die schon erwähnte Entscheidung, die Entwicklung weiterer Modelle einzustellen und von nun an nur noch dieses eine Fahrzeugmodell zu produzieren. Und so geschah es.

Im Vergleich zur Konkurrenz wies das Modell T eine Reihe technischer Besonderheiten auf (vgl. dazu Casey 2008), auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll.

Viele Komponenten wurden zunächst von Fremdfirmen bezogen. Das rasche Wachstum in den ersten 1910er Jahren verschaffte dem Unternehmen bald die finanziellen Mittel – und es verfügte auch über das notwendige Produktionsvolumen – für eine Eigenproduktion (Edmonds 1923: 432). Ford wollte die Kontrolle möglichst über die gesamte Wertschöpfungskette erlangen, viele Teile waren mit seinem Produktionssystem ohnehin kostengünstiger herzustellen.

Das Foto Abbildung 5 zeigt ein Modell T Touring, der, so eine Anmerkung der Ford Archives zu dem Foto, neben einer Versorgungsstation für Automobile geparkt war. Die Produkte stehen in diesem Buch nicht im Vordergrund. Das Modell T als *das* bahnbrechendes Produkt der Automobilindustrie an der Schwelle zur Massenproduktion verdient es, eine Ausnahme zu machen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 5: Ford Modell T Touring (Baujahr 1914)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Es waren keineswegs alle T-Modelle identisch. Das Modell T wurde in unterschiedlichen Karosserievarianten hergestellt (vgl. Alizon et al. 2009: 591f.). Der Kern des Produkts, das Chassis, blieb davon unberührt. Ein Automobil bestand zu der Zeit im Wesentlichen aus zwei Teilen: dem Unterbau (Chassis) – dieser umfasste den Chassisrahmen, Motor, das Getriebe und andere Komponenten des Antriebssystems und das Fahrgestell (Achsen und Räder) – und der Karosserie (Body), die von externen Firmen zugeliefert wurde.

> "As a matter of fact, the Model T platform was a module and sold, as a product itself, to manufacturers, who customized to respond to specific customers' needs. The core of the product underbody was common while the body of each model was specific; so, this platform was shared by the entire Model T family." (Alizon et al. 2009: 593)

Das Modell T wurde insgesamt in zehn unterschiedlichen Karosserievarianten hergestellt, nicht alle über die gesamte Laufzeit; im Durchschnitt waren es pro Jahr rund fünf Varianten, wobei der größte Teil auf zwei bis drei Varianten entfiel (vgl. Alizon et. al 2009: 591f.). Nicht zuletzt durch die frühe Vielfalt an Varianten des Modells T gelang es dem Unternehmen, seinen Absatz rasch zu steigern.[40] Am wichtigsten aber war der unschlagbar

40 Hinzu kamen Sonderfahrzeuge für spezielle Nutzungen; dies waren leichte Nutzfahrzeuge, die die Modell-T-Plattform nutzten und die oft erst bei anderen Firmen oder

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

niedrige Preis, der darüber hinaus von Jahr zu Jahr weiter abgesenkt wurde. Auf diese Weise betrug der Verkaufspreis des Modells T Touring, das 1909 950 Dollar kostete, 1926 nur noch 310 Dollar, und dies trotz steigender Inflation (vgl. Chandler 1964: 33). Ermöglicht wurden diese Preisabsenkungen durch die ansteigende Produktivität; vgl. dazu Tabelle 2).

In der Gegenläufigkeit der Entwicklung der Preise und der Absatzmengen drückt sich aus, was für Henry Ford den Kern des Massenproduktionssystem ausmachte: Eine Absenkung der Preise führt zu einer Erhöhung der Nachfrage und damit zu einem Anstieg der Produktion; die wachsende Produktionsmenge wiederum führt zu sinkenden Kosten aufgrund der Vorteile des Produktionssystems, die wiederum in Form einer weiteren Preissenkung an die Kunden weitergereicht werden können.

Die Preissenkungen gingen nur zu einem geringem Teil zu Lasten der Lohnkosten pro Fahrzeug, wie aus Tabelle 2 hervorgeht. Erleichtert wurde die Strategie der Preissenkungen durch die Entwicklung der Materialkosten. Diese sanken im Betrachtungszeitraum im Vergleich zum Stand 1909 noch stärker ab, was auch darauf zurückzuführen war, dass mehr und mehr ursprünglich fremdbezogene Komponenten im Werk selbst hergestellt wurden. Die Zunahme der Produktion ging also mit einer *Erhöhung* der Fertigungstiefe einher. Der Anteil des Profits pro Fahrzeug fiel in den ersten Jahren, stieg dann wieder an übertraf am Ende das Ausgangsniveau.

*Tabelle 2: Entwicklung der Preise, Produktivität, Lohnkosten, Materialkosten und Profit pro Fahrzeug (1909 bis 1916), 1909 = 100) **

Jahr	**Preis**	**Produktivität****	**Lohnkosten**	**Materialkosten**	**Profit**
1909	100	100	100	100	100
1910	112	112	119	118	81
1911	92	62	65	105	68
1912	81	70	77	85	92
1913	71	61	72	75	88
1914	65	36	83	62	93

bei den Ford-Händlern fertiggebaut wurden. 1917 wandte sich das Unternehmen auch diesem Segment zu und baute spezielle Truck-Chassis selbst. 1921 wurden knapp 68.000 Trucks gebaut, 1922 mit 127.000 schon doppelt so viele und 1925 dann 355.000. 1923 gab es einen „one-ton truck" in mehreren „body types". Die „half-ton pick-ups", die später noch eine wichtige Rolle spielen sollten, erschienen erstmals 1925 auf dem Markt (Nevins/Hill 1957: 254).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Jahr	Preis	Produktivität**	Lohnkosten	Materialkosten	Profit
1915	52	34	80	42	91
1916	42	38	87	31	123

* Die Angaben beziehen sich auf das Modell T Touring. Listenpreis 1909 = 850 US-Dollar; Produktivität 357 Arbeitsstunden pro Fahrzeug; Lohnkosten des Modells 1909 = 85 US-Dollar; Materialkosten 1909 = 547 US-Dollar.

** Arbeitsstunden pro Fahrzeug.

Quelle: Williams et al. (1994: 98, Tab. 7.1; für Produktivität ebd. 99, Tab. 7.2; für Materialkosten ebd.: 102, Tab. 7.3; eigene Berechnungen)

3.4. Das Werk Highland Park

3.4.1 Die Vorgeschichte

Henry Ford baute 1896 sein erstes Automobil in einer Garage des heimischen Bauernhofs in der Nähe von Detroit. (Vgl. zum Folgenden Casey 2008) Das Werk, in dem die ersten Fahrzeugmodelle für den Verkauf hergestellt wurden, war ein gemietetes Gebäude, das ausschließlich der Montage diente. Die Fahrzeugteile wurden von zumeist lokalen Herstellern zugeliefert, oft mussten sie jedoch von erfahrenen Mechanikern mit Feilen, Hämmern und auf Werkzeugmaschinen nachgearbeitet werden.

1904 erfolgte der Umzug in ein größeres Werk (an der Piquette Avenue) in Detroit. Es war mehrstöckig und entsprach somit der damals üblichen, an dem Dampfmaschinenantrieb orientierten Architektur der Gebäude in der Textilindustrie. In den Jahren 1904 bis 1909 wurden hier mehrere rasch aufeinanderfolgende Fahrzeugmodelle hergestellt, zuletzt das Modell T, dessen Produktion 1908 anlief. Am 1.1.1910 fand der Umzug in das neue Werk im Stadtteil Highland Park in Detroit statt.

Der kurzen Periode des Piquette-Werks wird von der neueren Forschung eine wichtige Rolle bei der Herausbildung des Fordschen Produktionssystems beigemessen. 1904 hatte dieses Werk 300 Beschäftigte. Unter ihnen waren Charles Sörensen, der später zum starken Mann hinter Ford wurde und schon im Highland Park die Rolle des de facto Produktionsleiters einnahm. 1906 wurden zwei erfahrene Produktionsmanager eingestellt.[41]

41 Walter E. Flanders und Max Wollering. Flanders war ausgebildeter Mechaniker und Experte für Werkzeugmaschinen. Er war durch seine früheren Tätigkeiten in

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Den Schwerpunkt ihrer Aktivitäten legten beide in den Folgejahren auf die Einführung der Methoden des American System: die eigene Fertigung und die Anforderungen an die Zulieferer wurde auf das Ziel der Austauschbarkeit der Teile ausgerichtet, Einzweckmaschinen wurden angeschafft und die Maschinen in der Abfolge des Fertigungsflusses aufgestellt.

Nach dem Anlauf des Modells T wurde rasch deutlich, dass man für das Modell T Kapazitäten in einer ganz anderen Größenordnung benötigen würde. Die Ford Motor Co. war zu dieser Zeit schon der viertgrößte Hersteller von Automobilen in den USA. Mit der Einführung des erfolgreichen N-Modells 1906 stieg das Unternehmen zum größten Automobilhersteller auf. Schon 1908 wurde mit dem Bau eines neuen Werks in Highland Park begonnen. Der Umzug dorthin erfolgte zum Anfang des Jahres 1910.

Der Auftrag für den Bau der Fabriken wurde an die Firma des aus Deutschland zugewanderten Architekten Albert Kahn vergeben (vgl. zur Bedeutung der Gebäudearchitektur in der Entstehungsphase des Fordschen Systems: Biggs 1987).[42] Hierbei wurde erstmals Spannbeton für den Fabrikbau genutzt, was wiederum neue Möglichkeiten der Gestaltung schuf. Durch die höhere Deckentragkraft konnten viele Tragsäulen in den Hallen entfallen und größere Fensterdurchlässe vorgesehen werden. Die Fläche der Außenwände bestand zu drei Vierteln aus Glasfenstern. Die vielen Glasfenster und die lichtdurchfluteten Räume bildeten einen großen Schritt weg von den dunklen, beengten Fabriken des vergangenen Jahrhunderts. Es entstanden größere und an die Funktionsanforderungen angepasste Fabriken, die eine deutlich verbesserte Arbeitsumgebung boten – mehr Licht, bessere Belüftung und in der Regel mehr Sauberkeit als ihre Vorgänger (Nelson 1975: 23). Das viele Glas gab dem Werk Highland Park seinen Namen „Crystal Palace“ – in Anspielung an den „Crystal Palace“, der für die „Great Exhibition“ 1851 in London gebaut worden war. Das Werk produzierte von 1910 bis 1926 ausschließlich das Modell T.

---

den New England Staaten im Nordosten der USA, einem Zentrum der Produktion von Handfeuerwaffen, mit den Methoden des American System vertraut. Er wurde Werksleiter im Piquette-Werk. Woolering war ebenfalls ausgebildeter Mechaniker und war in seinem Betrieb zum Leiter der Produktion aufgestiegen; diese Position nahm er nun auch im Piquette-Werk ein.

42 Die Kahns haben die Entwicklung des Industriebaus in den USA maßgeblich beeinflusst. Viele Gebäude, die zu Marksteinen der Industriearchitektur in den USA wurden, wurden von ihnen entworfen und gebaut (vgl. Biggs 1987). Für Ford haben sie später auch das Werk River Rouge und u.a. auch das nach dem Rouge-Vorbild gebaute Werk in Nischni Novgorod in Russland gebaut (vgl. Link 2020: 90ff.)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der Stolz Henry Fords war das Elektrizitätswerk, durch dessen verglaste Fenster die Fußgänger auf der belebten Straße, an der das Werk gebaut wurde, die schimmernden Kupferkessel sehen konnten. Die Verwendung von Elektrizität als Antriebsenergie machte das Belting überflüssig und eröffnete neue Möglichkeiten für die Auslegung der Produktionsprozesse, überflüssig wurden auch die Gas- und Öllampen als Beleuchtungsquellen, die nicht verhindern konnten, dass die Produktionshallen des 19. Jahrhunderts dunkle Orte gemacht waren.

Bis 1916 fand eine ständige Erweiterung und ein permanentes Umbauen statt. Erforderlich wurde dies durch den starken Anstieg der Produktion und die Erhöhung der Fertigungstiefe. Im Folgenden werden die drei wesentlichen technisch-organisatorische Innovationsfelder im Werk Highland Park näher betrachtet: die Fließfertigung, der Einsatz von Einzweckmaschinen und die Einführung des Fließbands.

Eine wichtige Quelle für das Folgende ist die Darstellung von Horace Arnold und Fay Faurote (1915), die das Werk 1914/15 untersuchten.[43] Sie verfassten mit voller Unterstützung Henry Fords die genaueste und in der Wirkungsgeschichte einflussreichste Beschreibung der Prozessabläufe im Werk Highland Park. Ihre wichtigsten Informanten waren, wie aus ihren Darstellungen hervorgeht, die Ingenieure in den Fertigungsbereichen. Eine weitere wichtige Quelle ist die Ford-Biografie von Nevins und Hill, die in den 1950er Jahren dreibändig erschien.

3.4.2 Die zentralen technisch-organisatorischen Gestaltungsfelder

(1) Fließfertigung

Je weiter der Ausbau des Werkes voranschritt, desto stärker wurde die Gebäudearchitektur auf das Ziel der Fließfertigung ausgerichtet. Eine zentrale Rolle spielten dabei die Ablaufstruktur und die Fördersysteme. Der Ablauf wird in einer späteren Veröffentlichung wie folgt beschrieben:

43 Horace Arnold war Ingenieur und Autor zahlreiche Bücher und Artikel über technische und produktionswissenschaftliche Themen. Er hatte schon in der Systematic-Management-Bewegung eine wichtige Rolle gespielt. Auf Einladung Henry Fords führte er 1913/14 Untersuchungen im Werk durch. Er verstarb vor dem Ende der Untersuchungen, die abschließenden Arbeiten an dem Buch wurden von Fay Faurote durchgeführt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> "It was arranged so that raw materials would go into one end of the building and the finished product came out the other (...) The railroad tracks came in at one end of the building, the bodies were taken up to the top floor, the painting operations and other operations taking place, and they were then brought down from floor to floor into assembly." (Zitiert in Biggs 1987: 111)

Laut Arnold und Faurote waren die Ford-Ingenieure selbst davon überrascht, welches Potenzial für Produktivitätsverbesserungen sich aus dem Einsatz der Fördersysteme ergab.

Abbildung 6: Kranstrecke im Highland-Park-Werk (1914)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Das Foto (Abbildung 6) zeigt den Bereich der Anlieferung von zugelieferten Teilen im neuen Produktionskomplex um 1914, der zum Zeitpunkt der Aufnahme gerade erst bezogen wurde. Er bestand aus zwei sechsstöckigen Gebäuden und besaß in der Mitte eine Kranstrecke in gleicher Länge und Höhe.[44]

44 Das Fabrikkonzept von Highland Park wurde in dem Fiat-Werk Lingotto in Turin, das 1923 eröffnet wurde, übernommen, nachdem Giovanni Agnelli zuvor das Werk in Detroit besucht hatte. Allerdings verlief der Fertigungsfluss hier in umgekehrter Richtung: die Rohmaterialien wurden im Erdgeschoss angeliefert, und der Fertigungsfluss führte von hier aus Stockwerk über Stockwerk nach oben bis auf das Dach, wo die

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Eisenbahnschienen zwischen den beiden Gebäudehälften ermöglichten die Anlieferung direkt in das Montagegebäude. Zwei Kräne beförderten die mit der Eisenbahn angelieferten Zulieferteile Materialien auf eine der fast 200 Anlieferungsplattformen auf den verschiedenen Stockwerken, von wo aus sie von Transportarbeitern mit Handkarren an die Arbeitsstationen befördert wurden (vgl. Biggs 1984: 161).

Die vielen Vorrichtungen der Rutschen, Endlosbänder, Rollenförderer und Hängeförderer führten, schreiben Arnold/Faurote (1915: 273), zu „unbelievable labor-cost reductions".

Als Beispiel führten sie einfache Rutschen ("work slides" an, auf denen die Teile sich allein aufgrund ihrer Schwerkraft bewegten.

> "In every instance of work-slide placing there was a gain of from 30 to 100 per cent in the production volume, with the same methods, machines, small tools, and men; seemingly nothing done to decrease labor costs, yet large savings shown immediately." (Arnold/Faurote 1915: 274)

Eine 1910 eingerichtete Hängebahn (Overhead Monorail Conveyer) diente dem Transport von Teilen und Materialien auch an andere Produktionsbereiche innerhalb des Fabrikkomplexes.

Abbildung 7 zeigt die Hängebahn auf ihrem Weg durch eine der Maschinenhallen. Über 1,5 Meilen lang verband sie die Gießerei, Härterei und die Mechanische Fertigung. Die elektrisch angetriebenen Kabinen waren jeweils mit einem Fahrer besetzt.

---

fertigen Fahrzeuge in eine Teststrecke einliefen, die hier errichtet worden war (vgl. Lange 2018: 60).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 7: Hängebahn für den Teiletransport im Werk Highland Park (1914)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Es entstand ein verzweigtes System von Transportbändern. Die Materialbereitstellung in der unmittelbaren Fertigung war bisher von Hilfskräften durchgeführt, den Carriers, was zur Folge hatte, dass auf dem Hallenboden immer ein großes Gewusel von Leuten herrschte, die nach etwas suchten. An ihre Stelle traten nun die Förderbänder, Kräne und Transportfahrzeuge, die Teile und Materialien zu den Verbauungsorten transportierten. Die durch sie erzielten Produktivitätseffekte waren hoch, wie eine Untersuchung des U.S. Bureau of Labor Statistics ergab (Mortier 1924).

Die beschriebenen Maßnahmen hatten erhebliche Auswirkungen auf die Belegschaftsstruktur. Zum Zeitpunkt der Untersuchung von Arnold und Faurote (1915: 37) arbeitete noch ein großer Teil der Beschäftigten in der Logistik und der Materialbereitstellung.

Die Realisierung einer Fließfertigung war ein zentrales Element des Fordschen Produktionssystems – auch weil dadurch eine Ablaufstruktur geschaffen wurde, in die sich die im Folgenden diskutierten Strukturen einfügen mussten.

(2) Verwendung von Einzweckmaschinen

Das zweite zentrale Gestaltung war der Einsatz von Maschinen. Hier wurde von Anfang an in großem Stil investiert. 1914 gab es im Highland-Park-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Werk mehr Maschinen (15.000) als Arbeiter (weniger als 13.000) (Meyer 1981: 25). Sie zu installieren bedeutete einen gewaltigen Aufwand. Der *American Machinist* berichtete, dass die Anzahl der dafür in die Stadt strömenden Werkzeugmacher und Maschinenbauer, die im Jahr 1910 von überall her im Lande in Detroit eintrafen, in Zelten übernachten mussten (vgl. Babson 1988: 39f.).

Bei den Maschinen handelte es sich zumeist um Einzweckmaschinen. Der forcierte Einsatz von Einzweckmaschinen hatte große Auswirkungen auf die Entwicklungen im Maschinenbau.[45] Der Arbeitshistoriker Meyer berichtet über eine Untersuchung der American Society of Mechanical Engineers, wonach es Anfang des 20. Jahrhunderts zu einer außergewöhnlichen Häufung von Innovationen im Maschinenbau kam (Meyer 1981: 24). So gab es nach der oben bereits zitierten Untersuchung des U.S. Bureau of Labor Statistics bereits 1903 mehrspindlige Bohrmaschinen für Zylinderblöcke. Berichtet wird über eine Maschine, mit der ein Arbeiter 31 Zylinderblöcke pro Stunde fertigstellen konnte; mit einer einspindligen Maschine schaffte ein Arbeiter davor neun Zylinderblöcke (Mortier 1924: 10f.).

Wie sehr „einzweck" diese Maschinen wirklich waren, ist umstritten. Viele waren umgebaute Universalmaschinen (vgl. auch Williams et al. 1994: 101). Aber unabhängig davon, ob es sich um abgerüstete General-Purpose-Maschinen oder um von vornherein als Single Purpose konstruierte Maschinen handelte, macht die weitere Darstellung deutlich, dass das Werk schon von Anfang an einen relativ hohen Automatisierungsgrad aufwies.

Außergewöhnlich war aber nicht nur das Ausmaß des Maschineneinsatzes, sondern auch die rasche Erneuerung des Maschinenparks. Wenn eine bessere Maschine auf den Markt kam, wurde sie ohne Rücksicht auf betriebswirtschaftliche Einwände gekauft. Auf diese Weise profitierte das Unternehmen von den Innovationen im Maschinenbau und fachte dort die Innnovationsdynamik weiter an.[46]

Die Anordnung der Maschinen erfolgte, wie schon erwähnt, nach dem Fließsystem. Bemerkenswert war, wie Arnold/Faurote feststellten, die extreme räumliche Verdichtung der Bearbeitungsstationen, die zum Ziel hatte,

45 Eine detaillierte Darstellung von Beispielen der eingesetzten Maschinen und der damit verbundenen Einspareffekten von Personal und Fertigungszeiten findet sich bei Mortier (1924).

46 Untersuchungen des amerikanischen Wirtschaftshistorikers Daniel Raff zufolge stieg der kumulierte Kapitalstock inflationsbereinigt zwischen 1909 und 1914 um das Achtfache (Raff 1996: 178).

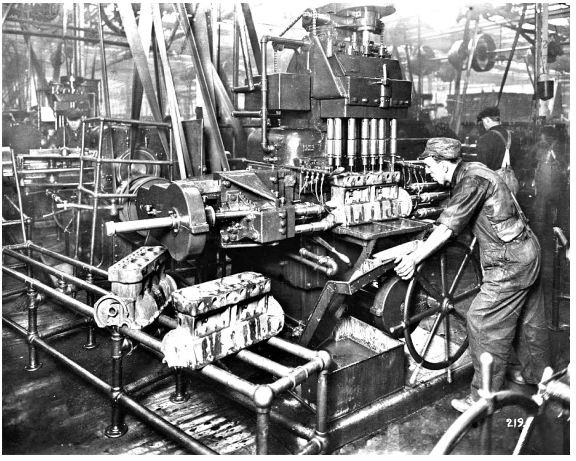
https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> "to shorten the lines of natural work-travel on the factory floors, first by crowding machine-tools together far closer than I have elsewhere seen machine-tools placed, and next by first finding the shortest possible lines of production travel of every car component, integral or assembled, and then placing every production agent needed either directly in that shortest line, or as near that line as possible." (Arnold/Faurote 1915: 38)

Abbildung 8 vermittelt einen Eindruck dieser beengten Arbeitssituation. Es zeigt eine hochspezialisierte (Einzweck-)Bohrmaschine, die – aus unterschiedlichen Richtungen – gleichzeitig 24 Bohrungen in einem Modell-T-Zylinderblock setzt. Sie bildete die 28. und damit letzte Fertigungsstation der Zylinderblockfertigung. Wie aus dem Foto hervorgeht, waren die Einzelmaschinen noch mit Riemenantrieb versehen, wobei die Antriebskraft aber bereits von Elektromotoren stammte.

Maschinen wurden im Highland-Park-Werk in allen Produktionsbereichen sowie in der werksinternen Logistik (mit Ausnahme der Montagebereiche) eingesetzt. Der großflächige Einsatz von Maschinen im Highland-Park-Werk galt vielen Zeitgenossen als *das* zentrale Merkmal des Fordschen Produktionssystems.

Abbildung 8: Mechanische Bearbeitung von Zylinderblöcken im Werk Highland Park (1914)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der Einsatz spezialisierter Maschinen ging einher mit dem Einsatz eng spezialisierter Arbeiter. Die Einzweckmaschinen wurden daher auch als „Farmer Machines“ bezeichnet, weil sie von den Arbeitern „straight off the farm“ in kürzester Zeit bedient werden konnten.

> “These new workers had no skills and simply placed a piece in and removed it from the machine.” (Meyer 1981: 24)

Diese Art von Arbeit war aber ein integraler Bestandteil des Produktionssystems insgesamt, darauf wird später in diesem Kapitel noch näher eingegangen.

Das Ziel einer Vollautomatisierung von Prozessverläufen taucht in den Aussagen der damaligen Akteure nicht auf. Aber es lag in der Luft. Colt hatte davon schon mehr als ein halbes Jahrhundert zuvor, wie in Kapitel 2 dargestellt, gesprochen. Das ansteigende Produktionsvolumen und die Ein-Produkt-Strategie bei Ford förderten die Bereitschaft auch der Zulieferer, größere Automatisierungssprünge zu wagen. Einen besonders ambitionierten Versuch in dieser Hinsicht unternahm die A.O. Smith Corporation, ein langjähriger Zulieferer von Ford. Dazu der folgende kurze Exkurs.

Exkurs: Das „Mechanical Marvel“

Die A.O. Smith Corporation hatte mit der Produktion von Chassis-Rahmen für das Modell T enorme Gewinne gemacht. Nachdem der Gründer gestorben war, so beschreibt es Hounshell, stellte sich der Sohn die Frage, ob es wohl möglich wäre, die Produktion von Chassis-Rahmen zu mechanisieren (d.h. nach der im vorliegenden Buch verwendeten Definition: zu automatisieren). Für die Beantwortung dieser Frage war man bereit, enorme Mittel aufzubringen. Nach Jahren der Planung und des Experimentierens wurde die Anlage 1921 in Betrieb genommen; sie wurde schon bald allgemein als “mechanisches Wunder“ (Mechanical Marvel) bezeichnet. (Vgl. zum Folgenden: Weber 2002)

Die Produktionslinie war in Form eines Rechtecks angeordnet. In der Mitte dieses Rechtecks befand sich ein Geflecht von Transportbändern, auf denen Hunderte von Teilen zwischen den Bearbeitungsstationen befördert wurden. Jeder Chassis-Rahmen erforderte mehr als 500 unterschiedliche Bearbeitungsgänge. Pneumatisch betriebene Nietmaschinen bildeten das Herz der Anlage. Sie sorgten für das Zusammenheften der Blechteile. Die „Nailers“ bliesen mit Pressluft 100 Nieten pro Sekunde an die vorbestimmten Stellen. Die Nieten wurden aus Einfülltrichtern zugeführt, die sich auf dem Hallenboden befanden. Im Anschluss wurden sie durch Spezialmaschinen ver-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

schlossen. Die Anlage führte zu einem großen Produktivitätssprung. Vorher hatten 2.000 Arbeiter am Tag 3.000 Rahmengestelle hergestellt; die neue Anlage produzierte nach ersten Anfangsschwierigkeiten mit 180 Beschäftigten bis zu 10.000 Rahmen am Tag.

Das Mechanical Marvel gilt als erste vollautomatisierte Produktionsanlage für den Zusammenbau komplexer Produkte.

(3) Einführung des Fließbandes

Es soll hier nicht der Versuch unternommen werden zu klären, wer bei Ford die treibende Kraft bei der Einführung einer „Moving Assembly Line" war und ob man sich ein bestimmtes Beispiel aus anderen Unternehmen zum Vorbild nahm (vgl. dazu Heizer 1998). Die traditionelle Methode war die stationäre Montage, wobei jeweils eine Produktionsgruppe (Crew) ein Fahrzeug fertigstellten, um dann den Ort zu wechseln und mit dem nächsten Fahrzeug zu beginnen.

Das naheliegendste Beispiel eines Fließbandes befand sich in dem bereits erwähnten Detroiter Werk von Olds. Hier wurde eine Montagelinie eingerichtet, bei der die Fahrzeuge auf hölzernen Plattformen, die mit Rollen versehen waren, entlang einer Anzahl von Arbeitsstationen bewegt wurden. Die Zeitschrift *Scientific American* benannte im Januar 1904 die Olds Motor Works als beispielhaft für den neuen Trend in der Automobilherstellung. (May 1977/1924: 192) Diese „progressive assembly line" war ein Fortschritt gegenüber den bisherigen Methoden, aber noch weit entfernt von der Art von Fließband, wie man sie 1913/14 im Highland-Park-Werk installierte.

Dieses Konzept wurde auch bei Ford im Piquette-Werk erprobt. Es erscheint rätselhaft, weshalb die hier bereits gewonnenen Erkenntnisse nicht gleich bei der Planung des Werks Highland Park berücksichtigt wurden.

Der oben schon erwähnte Sörensen charakterisiert die Entwicklung des selbstbewegenden Fließbandes als Trial-and-Error-Prozess, an dem viele Personen einen Anteil haben. So beschreibt er in seinen Memoiren, dass er zusammen mit seinem Assistenten (Avery) fünf Jahre lang die Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen bezogen auf Geschwindigkeit, Reihenfolge der Arbeitsstationen, Anzahl der Arbeiter usw. untersucht hat.

> "This called for patient timing and rearrangement until the flow of parts and the speed and intervals along the assembly line meshed into a perfectly synchronized operation" (Sörensen 1956:131).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Dabei wurden die zeitwirtschaftlichen Methoden F. W. Taylors weidlich genutzt. Im Werk Highland Park gab es bereits um 1912/13 eine Abteilung für Zeitstudien (Work Standard Department) (vgl. Shenhav 1999: 68).

Abbildung 9: „Flywheel Magneto"-Montagelinie, Highland Park (1913)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Als Pilotprojekt für das selbstbewegende Montageband wurde der Zusammenbau des Schwungradmagnetzünders (Flywheel Magneto) ausgewählt. Dies war eine Ford-eigene Konstruktion eines Anlassers, dessen technische Details hier nicht weiter interessieren sollen. Abbildung 9 zeigt das erste Fließband im Highland-Park-Werk. Das (berühmte) Foto zeigt ebenfalls, dass an diesem Pionierband auch Frauen tätig waren, was in den meisten anderen Produktionsbereichen im Werk nicht der Fall war. Die Arbeiterinnen nahmen Anbauteile aus den Vorratskästen an der Linie, installierten sie auf dem Schwungrad und wandten sich dem nächsten Arbeitsgang zu.

Henry Ford beschreibt in seinen Erinnerungen über die Umstellung in der Montage des Schwungradmagnets bzw. Magnetzünders am 1. April 1913 die Einsparungen, die durch die Umstellungen erzielt wurden. Er beschreibt zugleich die schrittweise Vorgehensweise nach dem Trial and Error-Prinzip:

> „Früher, als der ganze Herstellungsprozess bei uns noch in den Händen eines einzigen Arbeiters ruhte, war der Betreffende imstande, fünfunddrei-

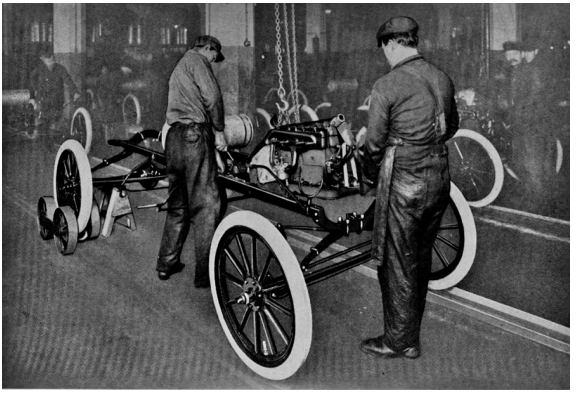
https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ßig bis vierzig Magnete in einem neunstündigen Arbeitstag fertigzustellen, das heißt er brauchte ungefähr zwanzig Minuten pro Stück. Später wurde seine Arbeit in neunundzwanzig verschiedene Einzelleistungen zerlegt und die Zeit für die Zusammenstellung dadurch auf 13 Minuten, 10 Sekunden herabgedrückt. Im Jahre 1914 brachten wir die Bahn zwanzig Zentimeter höher an, dadurch wurde die Zeit auf sieben Minuten vermindert. Weitere Versuche über das Tempo der zu leistenden Arbeit setzte die Montagezeit auf fünf Minuten herab. Kurz ausgedrückt ist das Ergebnis folgendes: Mithilfe wissenschaftlicher Experimente ist ein Arbeiter heute imstande, das Vierfache von dem zu leisten, was er vor noch verhältnismäßig sehr wenigen Jahren zu leisten vermochte." (Ford 1923: 94)

Nach den außerordentlich positiven Ergebnissen der Umstellungen am Magneto-Band begann man mit Experimenten in anderen Bereichen. Besonders genau beschreiben Arnold/Faurote den Verlauf der Umstellungen bei der Chassis-Montage im August 1913. Das Foto (Abbildung 10) zeigt die Ausgangssituation, in der zwei Arbeiter noch stationär den Motor auf den Chassis-Rahmen installierten. Der eine verschraubte die Antriebswelle mit dem Getriebe, während der andere den Motor mithilfe einer Kettenwinde auf das Chassis absenkte.

Die Fahrzeuge wurden nach Beendigung des Arbeitsganges an die nächste Station weitergeschoben oder -gezogen.

Abbildung 10: Installation des Motors in der Chassis-Montage des Modells T im Werk Highland Park (1913)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Fahrzeuge wurden nach Beendigung des Arbeitsganges an die nächste Station weitergeschoben oder -gezogen.

Vor der Umstellung waren in der stationären Chassis-Montage 250 Montagewerker tätig gewesen, unterstützt von 80 Materialbereitstellern. Der Zeitbedarf pro Chassis betrug zwölf Stunden und 28 Minuten. Von nun an wurde ungefähr im Monatsabstand eine Umstellung vorgenommen, die jeweils auf eigene Weise zu Einsparungen führte. Durch diverse Maßnahmen, die hier nicht im Einzelnen wiedergegeben werden sollen, wurde der Arbeitsaufwand pro Arbeiter schließlich auf eine Stunde und 33 Minuten reduziert. Gegenüber den zwölf Stunden und 28 Minuten in der stationären Montage im September 1913 bedeutete dies eine Verachtfachung der Produktivität in diesem Bereich (vgl. Arnold/Faurote 1915: 136ff.).

Bis dahin wurden viele Stellgrößen betätigt: die Antriebsweise des Fließbandes, die Anzahl von Arbeitsstationen (also der Grad der Teilung der Arbeit), die ergonomisch beste Höhe der Fließbänder im Verhältnis zur Größe der Werker, die Bandgeschwindigkeit und die Art der Materialbereitstellung. Der größte Produktivitätssprung erfolgte schon am Anfang mit der Umstellung von stationärer Montage auf Fließbandarbeit überhaupt.

Ein großer Vorteil des Fließbandes lag aus Sicht des Unternehmens in der Realisierung eines einheitlichen Arbeitstempos der Arbeiter am Band. In einer späteren Veröffentlichung des Unternehmens wird dies auf eine geradezu klassische Weise formuliert:

> "…conveyors on which assembly or other work is done are carefully timed to insure an even output and thus act as a governor on the rate of production. … Correct timing conserves the energy of the men by holding them at a uniform pace without allowing them to exceed it." (Ford Motor Company 1924:13).

Nach der Darstellung der zentralen technischen und organisatorischen Maßnahmen wird im Folgenden zunächst ein Gang durch die Gewerke unternommen, um die Abläufe hier näher zu betrachten

3.4.3 Gang durch die Gewerke

Die Fertigungsprozesse in den Gewerken lassen sich anhand veröffentlichter Dokumente sowie umfangreicher Sekundärliteratur insbesondere für das erste Jahrfünft des Werks Highland Park detailliert nachzeichnen. Die folgende Darstellung umfasst die Prozesskette Gießerei, Mechanische Fer-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

tigung der Motorkomponenten und anschließend deren Zusammenbau zum Motor, die Montage des Chassis sowie die Fahrzeugendmontage. Ein Presswerk sowie ein Karosserierohbau und auch eine Lackiererei nach heutigem Verständnis existierten im Werk Highland Park noch nicht, daher gibt es dazu nur ein paar kurze Anmerkungen. Die Darstellung beginnt mit der Produktion des Motors als dem zentralen Bestandteil des Automobils, im Anschluss werden die Montageprozesse des Chassis und der Karosseriefertigmontage beschrieben. Beide Prozesse fanden parallel zueinander in unterschiedlichen Bereichen statt, die Vereinigung erfolgte ganz am Schluss und wurde als „Body Drop" bezeichnet.

(1) Gießerei

Die erste Gießerei, als Highland Park 1910 die Produktion aufnahm, besaß noch kaum Maschinen. „The shovel and the wheelbarrow reigned supreme," schreiben Arnold/Faurote (1915: 331). Sie wurde 1912 vollkommen restrukturiert und dabei zu einem erheblichen Grad automatisiert. Die Darstellung ist auf einige Arbeitsgänge beschränkt.

Beginnen wir mit dem Formenbau (Grundlage für das Folgende ist die Darstellung bei Arnold/Faurote): Die Formbauer waren hauptsächlich Angelernte. Ziel war es, diese Arbeiter nach einer Anlernzeit von wenigen Tagen zu effizienten Kernmachern für jeweils nur eine Teiltätigkeit zu machen. Für die Herstellung der Formen wurden bereits eine Vielzahl von Maschinen eingesetzt. Die Arbeit in der Formerei war in Produktionseinheiten aufgeteilt, in denen bestimmte Produkte an speziellen Formmaschinen von Arbeitergruppen (Gangs) hergestellt wurden. Es gab 13 Gangs für die Herstellung der Formen für die Zylinderblöcke, jede Gang umfasste die folgenden Spezialisten: einen Kernfestiger für den Oberkasten (cope rammer) mit jeweils einem Helfer (cope rammer helper), eine Unterkasten-Kernfestiger (drag rammer) mit Helfer (drag rammer helper), ein Unterkasten-Fertigsteller (drag finisher) für die Inspektion und Nacharbeit der unteren Kernhälfte und das Einsetzen des Wassermantelkerns, ein Zylinderkern-Kernsetzer (barrel-core setter), der den Zylinderkern einsetzte, inspizierte, versiegelte und im Anschluss mit Unterstützung von zwei Schiebern (bankers) den Formkasten schloß. Die Formkästen wurden auf Transportbändern, die mit Regalen versehen war, in denen sie platziert wurden, durch die Brennöfen befördert. Am Ende wurden sie heruntergenommen von der Gruppe von ‚Kern-Abnehmern' (core takers-off) heruntergenommen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Auch das Gießen erfolgte im Fließprozess. Es gab drei Kranstrecken jeweils für vier oder fünf Gießergangs; den Abschluss bildete jeweils eine Auspackergang, bestehend aus einem Vorarbeiter und 25 Mann, die die fertigen Gussteile aus den Formen herausschlugen. (Ebd.: 355f)

Über die drei Schichten hinweg waren 450 Arbeiter für die Herstellung der Zylinderblöcke erforderlich.

In der Gießerei waren insgesamt 1.450 Personen beschäftigt, der Großteil von ihnen waren Ungelernte. In der Formerei beispielsweise betrug ihr Anteil 95 %, viele von ihnen, so Arnold, waren Ausländer, die kein Wort Englisch sprachen und vorher noch nie eine Gießerei von innen gesehen hatten. Sie erhielten zwei Tage Anlernzeit und stellten am dritten Tag das vorgegebene Quantum an Gussteilen in der geforderten Qualität her (Arnold/Faurote 1915: 328).

(2) Mechanische Fertigung

Die Gussstücke der Zylinderblöcke[47] wurden per Förderband von der Gießerei zum Bereich der Zylinderblockbearbeitung in der Maschinenhalle transportiert (vgl. zum Folgenden: Casey 2008: 42; Arnold/Faurote 1915: 73ff.; Meyer 1981: 27). Insgesamt wurden 28 Stationen durchlaufen, der Transportweg über alle Stationen hinweg betrug 106 Meter. Das wird hier so genau verzeichnet, weil dies für eine lange Zeit zu einer Paradestrecke für den Einsatz spektakulärere Maschinen und der Automatisierung wurde.

Arnold und Faurote stellten bezogen auf den Grad der Automatisierung bei der Zylinderblockfertigung fest:

> "There is no hand work on this cylinder, there are but few operations made on one cylinder only at a time, and these single-cylinder operations are rapid." (Arnold/Faurote 1915: 73)

47 Aufgrund von konstruktiven Veränderungen sind Vergleiche mit modernen Motoren nur begrenzt möglich. Dies wird schon bei den Bezeichnungen deutlich. In den historischen Darstellungen wird der Begriff des Zylinderblocks (englisch: als „cylinder block" oder einfach nur „cylinder") oft als Bezeichnung für den gesamten Motorblock einschließlich des Getriebegehäuses verwendet. Üblich ist heute die Unterscheidung zwischen Zylinderkopf und Getriebegehäuse. Der Zylinderkopf war im Falle des Modell-T Motors noch ein relativ einfaches Teil, daher auch die Bezeichnung Zylinderdeckel. Der Hauptteil des Motors entsprach dem heutigen Getriebegehäuse. Im Zuge der weiteren Entwicklung hat sich mit den zunehmenden Anforderungen an Motoren vor allem die Komplexität des Zylinderkopfes erhöht, zu einem Hightech-Teil wurde, während das Getriebegehäuse verhältnismäßig einfach zu fertigen ist. (vgl. dazu Kap. 9).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Bearbeitung bestand im Wesentlichen aus zwei Grundfunktionen: Fräsen und Bohren – aber dies mit sehr unterschiedlichen Verfahren. Durch das Fräsen erfolgte die Beseitigung von Metall am Gussteil, durch das Bohren die Erzeugung einer Vielzahl von Kanälen für die Zu- und Abfuhr von Kühlungsflüssigkeit, Abgasen, sowie für die Halterungen und Fixierung des Motors.

Die Vielzahl der Maschinen, die selbsttätig eine Abfolge von einem Dutzend und mehr Motorblöcke bearbeiteten, waren selbst für einen Experten wie dem oben erwähnte Colvin auf das höchste beeindruckend.[48]

Abbildung 11 zeigt eine (Einzweck-)Fräsmaschine für die Bearbeitung der Unterseite von Modell-T-Zylinderblöcken. Diese Maschine bearbeitete in einem Arbeitsgang 15 Zylinderblöcke.

Abbildung 11: Mechanische Fertigung im Werk Highland Park (1915)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

(3) Motormontage

Die anschließende Motormontage erfolgte manuell. Sie war im November 1913 auf Fließbandarbeit umgestellt worden. Für den Prozess des Zusammenbaus von Kolben und Pleuelstange findet sich bei Arnold/Faurote

48 Fred Colvin war ein gelernter Machinst und später technischer Journalist und Autor zahlreicher Bücher und Artikel über ingenieurwissenschaftliche und fertigungstechnische Themen. 1913 schrieb er für den *American Machinist* eine Artikelserie über das Werk Highland Park.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

(1915: 108f.) eine detaillierte Beschreibung, die zeigt, wie weit man im Bereich der Montagen mit der Teilung der Arbeit ging.

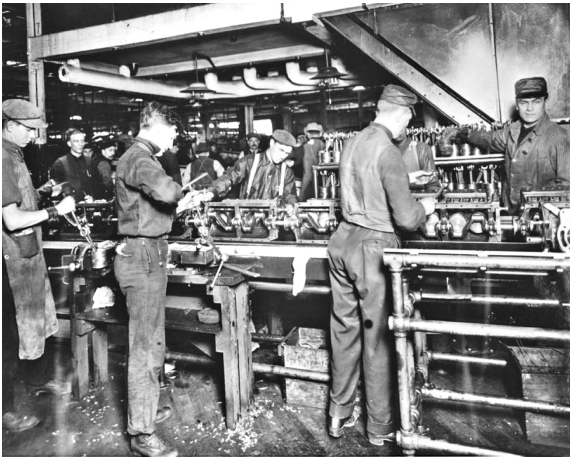
Vor den Umstellungen arbeiteten danach 24 Männer an zwei Arbeitstischen (Work Benches). Jeder Mann führte innerhalb von drei Minuten sechs Bearbeitungsschritte durch; es gab keine Qualitätsinspektoren. In dem neuen Prozess wurde die Bearbeitung auf sieben Arbeiter verteilt, jeweils drei Montagearbeiter standen an den beiden Seiten eines Kurzbandes, am Ende befand sich ein Qualitätsinspektor. Die folgenden Arbeiten waren zu verrichten:

- auf den ersten beiden gegenüberliegenden Stationen: Herausnehmen des Kolbenbolzens, Ölen, Einfügen des Bolzenendes in den Hubkolben, Zeitbedarf zehn Sekunden;
- auf den zweiten: Einfügen des Pleuels in den Kolben, Stecken des Kolbenbolzens durch Pleuelstange und Kolben, mit Schraubenzieher den Bolzen in die Position drehen, bis die Schraube greift, Schraube anziehen, Zeitbedarf zehn Sekunden;
- auf den dritten: Anziehen der Schraube mit Schraubenschlüssel, Platzieren des Splints per Hand, Spreizen des Splints mit einem Spezialwerkzeug, Zeitbedarf zehn Sekunden.
- auf der Prüfstation: Inspektion acht Sekunden, in den verbleibenden zwei Sekunden erfolgte die Ablage des fertigen Teils an dem vorgesehenen Platz.

Auch bezogen auf die Motorenmontage kam es auf diese Weise zu einem großen Produktivitätssprung (ebd.: 110). In der stationären Montage wurden für einen Motor im November 1913 noch neun Stunden und 54 Minuten für die Montage eines Modell-T-Motors benötigt, im Mai 1914 waren es noch drei Stunden und 46 Minuten, also nur noch ein gutes Drittel der zuvor aufzuwendenden Zeit.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 12: Montage der Kolben für den T-Motor im Werk Highland Park (1914)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

(4) Chassis-Montage

Im Zuge unserer Begehung betreten wir nun den Bereich der Chassismontage. Arnold und Faurote beschreiben den Ablauf in geradezu feierlichen Worten:

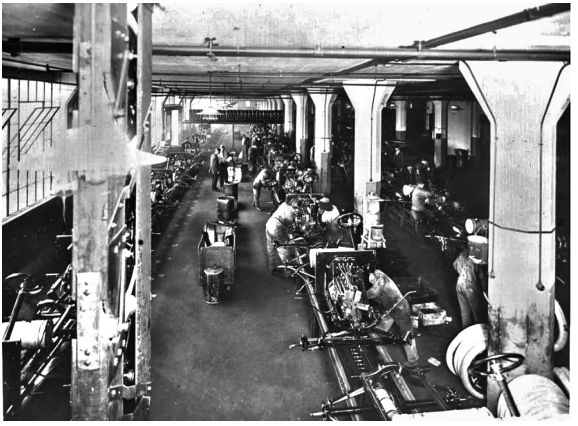
> "The Ford chassis assembling in moving lines affords a highly impressive spectacle to beholders of every class, technical or non-technical. Long lines of slowly moving assemblies in progress, busy groups of successive operators, the rapid growth of the chassis as component after component is added from the overhead sources of supply, and, finally the instant start into self-moving power – these excite the liveliest interest and admiration in all who witness for the first time this operation" (Arnold/Faurote (1915: 135).

Sukzessive wurden hier Chassis-Rahmen, Achsen, Federungen, Tank, Motor, Getriebe, Auspuff, Lenksäule, Bremsen, Räder, Schwungrad, Kühler und andere Teile aneinandergefügt, verschraubt oder auf andere Weise miteinander verbunden und, wo erforderlich, Flüssigkeiten eingefüllt. Alle Tätigkeiten wurden manuell, oft mit Handwerkzeugen, verrichtet. Abbildung 13 zeigt Arbeiter bei verschiedenen Tätigkeiten in der Chassis-Montage.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Chassismontage war bezogen auf den Arbeitsumfang der bedeutendere Teil der Montage im Highland Park Werk. Es gab vier Parallellinien, die je nach Nachfragesituation in Betrieb genommen wurden. Die Mehrlinienstruktur ermöglichte eine hohe Flexibilität gegenüber Nachfrageschwankungen.

Abbildung 13: Chassis-Montagelinie in Highland Park (1914)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

(5) Karosserierohbau

Fords Karosseriebedarf wurde von externen Firmen gedeckt, größtenteils auch dann noch, nachdem im Werk River Rouge Anfang der 1920er ein Karosserierohbau in Betrieb genommen worden war. Abbildung 14 zeigt die Anlieferung von Karosserien. Das Foto vermittelt einen Eindruck von den Ungleichzeitigkeiten beim Entwicklungsstand der Automatisierung der Abläufe und lässt die Probleme erahnen, die mit dieser Art der Anlieferung per Pferdewagen verbunden sein mussten.

Die Karosserien des Modells T bestanden aus Holz. Mit der Zeit wurden die Holzkonstruktionen teilweise mit Stahlblech verstärkt. Erst die Anlagen im Werk River Rouge erlaubten es Ford 1925, ganz zu Stahlkarossen überzuwechseln (Nieuwenhuis/Wells 2007: 195; Hounshell 1984: 267ff.). In Kapitel 4 wird näher auf diesen Wechsel eingegangen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 14: Ford-Modell-T-Karosserien bei der Anlieferung im Highland-Park-Werk (1913/14)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Die Lackiererei und Polsterung waren im Highland Park Werk Teil des Karosseriemontagebereichs. Ab 1914 wurden sie in den neuen sechsstöckigen Gebäuden untergebracht. Die Rohkarosserien wurden hier in einem durchlaufenden Prozess am Band lackiert, gepolstert und mit der Innenausstattung versehen (Arnold/Faurote 1915: 360). Die Lackierung erfolgte wie in Abbildung 15 am Montageband mithilfe von handgeführten Farbsprayern, ohne jedwede Schutzvorkehrungen für die Arbeiter.

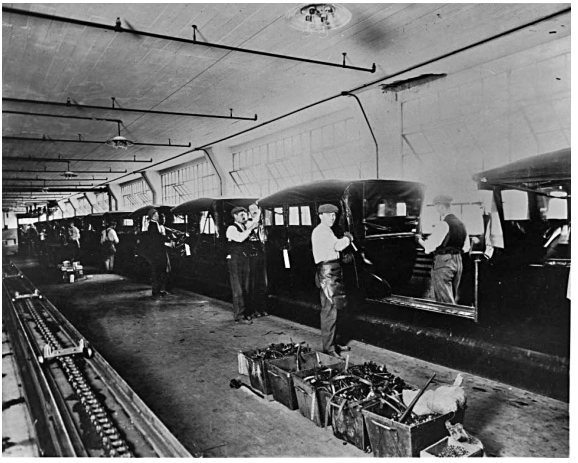
Abbildung 15: Schwarzlackierung der Modell-T-Karosserie

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Arbeit bestand noch aus recht wenigen Tätigkeitschritten, die vom Arbeitsinhalt her kaum den Gedanken einer Automatisierung aufkommen ließen. Das Foto in Abbildung 16 zeigt letzte Finisharbeiten am Fahrzeug. Man beachte auch die sehr überschaubaren Zwischenlager an Einbauteilen.

Abbildung 16: Fahrzeugendmontage im Werk Highland Park (ca. 1914)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

(6) Body Drop

Der letzte Schritt, die Vereinigung von Chassis und Karosserie (der Body Drop) bot ein merkwürdiges Bild. Die Montagelinie endete an einer Öffnung der Außenmauer im ersten Stockwerk und führte auf eine Rutsche, die oberhalb der Straße, die durch das Werk führte, angebracht war. Während die Karosserie die Rutsche herunter befördert wurde, fuhr ein Werksfahrer das Chassis unter die Rutsche und empfing die dazugehörige Karosserie. Die Befestigung der Karosse auf dem Fahrwerk erforderte nur noch wenige Handgriffe. Beanstandungen konnten in einer gleich gegenüber dem Body Drop befindlichen Nacharbeitshalle, „Hospital“ genannt, behoben werden.

Dies Arrangement blieb allerdings nicht lange bestehen. Aber es ist ein Beispiel den Pragmatismus und Innovativität, die das Werk in dieser Phase

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

auszeichneten; es bot darüber hinaus eine hohe Flexibilität bei der Handhabung der unterschiedlichen Karosserievarianten.[49]

(7) Zweigwerke und Vertrieb

Ein Modell T, das für den Versand an ein Zweigwerk vorgesehen war, wurde nicht komplett montiert. Die Karosserie wurde nur provisorisch auf das Chassis gesetzt. Abbildung 17 zeigt Arbeiter, die das Fahrzeug an der Verladerampe teilweise wieder zerlegen und getrennt verstauen, um Platz zu sparen.

Die zerlegten Fahrzeuge wurden direkt vom Werk per Eisenbahn an die Zweigwerke (Branch Plants) versandt.

Abbildung 17: Beladung eines Eisenbahnwaggons mit Modell-T-Teilen im Werk Highland Park (1915)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

In diesen Werken erfolgte der Zusammenbau aus den zugesandten Fahrzeugteilen; sie dienten darüber hinaus der Auslieferung an die regionalen Händler sowie an Einzelkunden und als Reparaturstätte.

Die Zweigwerke waren von Beginn an Teil des Fordschen Systems; bereits 1911 wurden die ersten für den Verkauf an regionale Händler und als

49 Diesen Punkt heben Williams et al. (1994: 101) besonders hervor. Sie sehen das Arrangement als einen weiteren Beleg dafür, dass das Fordsche System keineswegs inflexibel war.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Reparaturstätten errichtet. 1916 gab es bereits 28 solcher Werke in den USA. Der Anteil der „Branch Sales“ lag in diesem Jahr bei 88 % an den gesamten Verkäufen (Nevins 1954: 652). Darüber hinaus wurde schon sehr frühzeitig der Aufbau von Montagewerken im Ausland begonnen, von denen die Werke in Kanada (Nevins/Hill 1957: 374f.) und in England wiederum andere Weltregionen belieferten.

Schon in der Phase, in der das System der Massenproduktion noch im Entstehen war, wurde auf diese Weise ein Vertriebssystem geschaffen, das dafür sorgte, dass sich Märkte auch in entlegenen Regionen bildeten und so die wachsende Menge an Fahrzeugen vom Markt aufgenommen werden konnten. Das Produktionsvolumen dieser Werke unterschied sich stark und war relativ gering; Die Fertigungstiefe war sehr gering; über die Produktionsweise in diesen Werken ist wenig bekannt.

Die Zweigwerke bildeten die Schnittstelle zwischen der Produktion und den Käufern; sie wurden strikt von Detroit aus gesteuert und kontrolliert. Eine direkte Kommunikation der Zweigwerke untereinander war unerwünscht. Die strenge Kontrolle der Zentrale über die Zweigwerke wurde durch ein Berichtswesen gewährleistet, durch das die Zentrale zeitnah und detailliert über Entwicklungen des Kundenverhaltens in den unterschiedlichen Landesregionen und über technische Probleme bei den Fahrzeugen unterrichtet wurde.

Die Zweigwerke bilden einen zumeist übersehenen aber wichtigen Teil des Fordschen Produktionssystems. Im nächsten Kapitel wird noch einmal auf sie zurückgekommen.

(8) Zusammenfassend

Damit ist der Gang durch die Gewerke abgeschlossen. Die Darstellung hat versucht, etwas von der Faszination und dem Staunen der Zeitgenossen wiederzugeben über das, was im Highland-Park-Werk geschah. In der Beschreibung der Klassiker war es ein Triumphzug der Produktivitätsgewinne. Die staunende Feststellung von Arnold/ Faurote – „unbelievable labor savings“ – fasst dies gut zusammen.

Eine wesentliche Bedeutung spielte dabei die Automatisierung logistischer Tätigkeiten durch den Einsatz von Kränen und Fördereinrichtungen der verschiedensten Art; die Ersetzung von Transport- und Handhabungstätigkeiten wurde aber auch durch einfachste Vorrichtungen erreicht. Das übergreifende Ziel war, wie deutlich wurde, das Erreichen fließender Pro-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

zesse sowohl beim Material wie in der Produktion über alle Produktionsstufen hinweg. Nur die Arbeiter blieben an ihrem Arbeitsplatz.

Ein Kennzeichen des Werks war der von vornherein hohe Automatisierungsgrad insbesondere in der mechanischen Fertigung. Wesentlich war auch hier die Auslegung der Prozesse im Sinne der Fließfertigung. Das Fließband wurde erst später eingeführt, die damit erfolgte Auflösung der stationären Fertigung im Bereich der Montage war in technisch-organisatorischer Hinsicht mit Blick auf die Fliessfertigung der logische Abschluss bei der Herausbildung des Forschen Systems, wenn man den Gesamtablauf betrachtet. Dabei würde man allerdings die ebenso wesentlichen sozialen Voraussetzungen vernachlässigen.

Hierauf wird im nächsten Abschnitt eingegangen.

3.5 Beschäftigungsentwicklung und Tätigkeitsstrukturen

Die größte Beschäftigtengruppe in den Betrieben der Metallverarbeitung in Detroit waren am Ende des 19. Jahrhunderts, einer Erhebung aus dem Jahre 1891 zufolge, noch die Mechanics (vgl. dazu Kap. 2) mit um die 40 % der Gesamtbeschäftigten. Die beiden anderen Beschäftigtengruppen waren die Operators, die, wie im vorigen Kapitel beschrieben, in den Betrieben die Bearbeitungstätigkeiten verrichteten, sowie die Unskilled Workers, die als Helper und Laborer tätig waren. Dem Arbeitshistoriker Meyer zufolge, war auch die Belegschaft in den ersten Werken von Ford so zusammengesetzt (vgl. Meyer 1981: 46).

Im August 1913, in der Zeit der Experimente mit der Fließbandarbeit, führte das Unternehmen eine Untersuchung der Belegschaftsstruktur im Highland Park Werk durch.

Tabelle 3: Anteile der Tätigkeitsgruppen im Highland Park Werk 1913

Tätigkeitsgruppe	**Anzahl**	**Prozent**
Mechanics and subforemen	329	2,5
Skilled operators	3.431	25,8
Operators	6.749	50,7
Unskilled workers (Laborers, Helpers, Youth)	2.795	21,0
Insgesamt	*13.304*	*100,0*

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Meyer (1981: 50)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Gruppe der Mechanics und Subforemen, also die gelernten Facharbeiter, umfasste jetzt nur noch eine kleine Minderheit der Produktionsbeschäftigten; als eine neue Gruppe waren dafür die Skilled Operators hinzugekommen, die ein Viertel der Beschäftigten umfasste. Offenbar versuchte man, das neue Produktionssystem des Werks auch in den Tätigkeitskategorien abzubilden. Die neue Kategorie umfasste (vermutlich) den neuen Typ von Facharbeiter, der nicht mehr der direkten Produktion angehörte, sondern als Werkzeugmacher und technische Zeichner im Tool Room und anderen indirekten Bereichen tätig war. Zusammen machten höher qualifizierte Arbeiter nun noch rund 30% der Produktionsbelegschaft aus, der Anteil der Operators war auf 50% gestiegen, der der Unskilled Workers auf 20% gesunken.[50]

1917 wurde erneut eine Untersuchung über die Zusammensetzung der inzwischen stark gewachsenen Belegschaft durchgeführt. Zugrunde lag nun ein differenziertes Raster von Tätigkeiten, das auch die produktionsnahen White Collar-Beschäftigten einbezog.

Tabelle 4: Anteile der Tätigkeitsgruppen im Highland Park Werk 1917

Tätigkeitsgruppe	**Anzahl**	**Prozent**
Salaried supervisors	198	0,4
Foremen	2.523	6,2
Clerks	1.710	4,2
Inspectors	1.533	3,8
Technical Workers	5.391	13,2
Skilled Trades	1.003	2,4
Specialists	22.652	55,5
Unskilled Workers	5.986	14,7
Insgesamt	*40.798*	*100,0*

Quelle: Meyer (1981: 51); dort auch die näheren Verweise auf die Ford Motor Company Archives, Dearborn/Michigan, sowie zeitgenössische Veröffentlichungen.

Das Verhältnis zwischen den drei oben beschriebenen Hauptgruppen hatte sich weiter verschoben:

Die Skilled Workers tauchen als eigene Gruppe nicht mehr auf, die entsprechenden Tätigkeiten wurden unterschiedlichen Kategorien zugeordnet:

50 Dies basiert auf eigenen Annahmen des Autors. In den vorliegenden Quellen gibt es dazu keine näheren Erläuterungen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

zum einen zu der Kategorie der Technical Workers zum anderen zu der der Skilled Trades. Die Bezeichnung als „Technical Workers" war (vermutlich) eine neue Bezeichnung für den neuen Typ von Facharbeiter, der nicht mehr der direkten Produktion angehörte, sondern als Werkzeugmacher und technische Zeichner im Tool Room und anderen indirekten Bereichen tätig waren. Gesondert davon werden die Kategorie der Skilled Trades genannt, die, wie angenommen wird, die noch in der Produktion tätigen Facharbeiter umfasste. Zusammengenommen umfassten beide Gruppen nun 16 % der Belegschaft in der Produktion, wobei die *Anzahl* der Facharbeiter aber zugenommen hat.

Die Gruppe der Specialists umfasste 1917 jetzt 55 % der Arbeiter im Werk. Sie waren der neue Typ von Produktionsarbeiter im Fordschen System der Massenproduktion. Die große Mehrheit von ihnen war im Bereich der Komponentenfertigung tätig, die Anzahl an Montagearbeitern war noch vergleichsweise gering.[51] Die Bezeichnung Specialist wurde bei Ford in späteren Jahren kaum noch verwendet, von anderen Unternehmen wurde sie nicht übernommen.

Der Anteil der Unskilled Workers lag bei 15 %. (vgl. Meyer 1981: 50).

Als weitere Beschäftigtengruppen werden in Tabelle 2 die Salaried Supervisors, Foremen, Inspectors und Clerks angeführt.

Bei den Ersteren handelt es sich um die Vorgesetzten in der Produktion oberhalb der Ebene der Foremen.

Die Gruppe, deren Anteil hier prozentual am stärksten zunahm, waren die Foremen. So hatte ein Foreman in der Regel zwei Assistant Foremen und eine Anzahl von Clerks und Straw Bosses zur Unterstützung. Hier war der Einfluss Taylors unverkennbar.

> "They all performed low-level administrative and supervisory roles in the new factory. They directed, recorded, or examined the work of others. In fact, each occupation reflected Taylor's notions of 'functional management' and the division of the foreman's job into specific functional tasks." (Meyer 1981: 54)

51 Nach eigenen Berechnungen auf Basis von Angaben bei McKinlay/Wilson (2012: 51) lag deren Zahl bei rund 6000, d.h. der Anteil der Montagearbeiter an den Specialists lag erst bei 25 %, sie stellten damit noch bei Weitem eine so große Gruppe in der Belegschaft dar wie im Automobilbau in späteren Jahrzehnten.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Arnold/Faurote verzeichneten in ihrer Untersuchung im Bereich der Mechanischen Fertigung im Highland Park Werk die folgende Hierarchiestruktur:

> "The machine superintendents had under their directions 11 department foremen, 62 job foremen, 84 assistant foremen, and 98 sub-foremen, 255 men in all above the rank of ordinary workmen, and all having the power of discharging workmen at will." (Arnold/Faurote 1915: 46)

Die Anzahl der Foremen wurde auch durch die Absenkung der Leitungsspanne erhöht. 1914 leitete ein Foreman im Durchschnitt 53 Arbeiter, 1917 waren es durchschnittlich nur noch 15 Arbeiter (Meyer 1981: 56). Ein dichtes Kontrollnetz überspante auf diese Weise die Arbeitsebene. Für die Arbeiter war vor allem der Sub-Foreman relevant, er wurde auch als Working Foreman oder kurz als Straw Boss bezeichnet. Die Rolle, die er auf dem Shopfloor spielte, wurde von Meyer wie folgt beschrieben:

> "A notch above the ordinary workman, he was seen as a petty tyrant with an inflated sense of importance and authority. His task was to drive and to exhort workers to higher and higher levels of production." (Meyer 1981: 55)

Der Foreman sah sich als Mann des Unternehmens, zwischen ihm und den Arbeitern an den Linien bestand eine große Kluft, die durch die Übernahme eines Teils der Foremen in das Angestelltenverhältnis noch vertieft wurde. (Näher dazu: Zuntz 1990: 136).

Als eine eigene Gruppe werden in der Tabelle die Qualitätsinspektoren (Inspectors) angeführt. Über die Qualifikationsvoraussetzungen und Tätigkeiten dieser Gruppe existieren in den herangezogenen Quellen keine weiteren Angaben.

Eine weitere Gruppe schließlich bildeten die Clerks, die mit produktionsnahen Aufgaben betraut waren. Viele waren mit Aufgaben der Lagerhaltung und der Registrierung der materialwirtschaftlichen Prozesse im Werk befasst, viele waren aber auch zur Unterstützung der Produktionsvorgesetzten eingesetzt (vgl. Meyer 1981: 57). Eine Untergruppe der Clerks waren die Terminverfolger (Shortage Chasers). Bei Ford verfolgte man von Beginn an das Ziel, die Lager für Teile und Materialien möglichst klein zu halten. Die Aufgabe der Shortage Chasers war es, dafür zu sorgen, dass es dennoch nicht zu Unterbrechungen in der Produktion kam.

Die Veränderungen der Beschäftigtenstruktur bei Ford zeigten den Trend an, der auch bei den anderen Automobilherstellern zu beobachten

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

war. Eine Untersuchung der Beschäftigtenstruktur der amerikanischen Automobilindustrie Stand 1923 ergab das folgende Bild:

Tabelle 5: Tätigkeitsgruppen der Arbeiter in der US-amerikanischen Automobilindustrie (1923)

Tätigkeitsgruppe	**Anteil an Arbeitern insgesamt**	**Beispiele für Tätigkeiten**	**Tendenz**
Maschinenbediener (Machine Tenders)	25–40 %	Einlegen und Abnehmen von Teilen, überwachen etc.	Steigend
Montagearbeiter (Assemblers)	10–15 %	Befestigung von Einbauteilen	Steigend
Facharbeiter (Skilled Worker Trades)	5–10 %	Drehen, Fräsen, Lackieren	Sinkend
Qualitätsinspektoren und Prüfer (Inspectors and Testers)	5 %	Qualitätskontrolle	Keine eindeutige Tendenz
Helfer (Helpers)	15 %	Unterstützende Tätigkeiten für Facharbeiter	Keine eindeutige Tendenz
Hilfsarbeiter (Laborers)	10–15 %	Transporttätigkeiten, Teilehandhabung, Reinigung	Sinkend

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Reittel 1925: 37ff. (eigene Übersetzung)

Die größte Gruppe in der US-amerikanischen Automobilindustrie waren danach die Maschinenbediener (Machine Tender), die zum großen Teil repetitive Tätigkeiten an den Maschinen ausübten. Die zweitgrößte Gruppe waren die Montagearbeiter (Assemblers). Deutlich wird auch hier, dass die Montagearbeiter auch in den 1920ern bei Weitem noch nicht das Beschäftigungsgewicht hatten, das sie später erlangten.

Maschinenbediener und Montagearbeiter waren die prototypischen Massenarbeiter, die auch über Ford hinaus schon Anfang der 1920 die größten Beschäftigtengruppen in der Automobilindustrie bildete. Während sowohl die Gruppe der Facharbeiter wie die der Hilfsarbeiter anteilsmäßig an Gewicht verloren, profitierte diese Mittelgruppe von der Entwicklung.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

3.6 Welfare-Regime oder Gewerkschaft

Wie war es möglich, dass so weitreichende Umstrukturierungen und Experimente, die das Ziel hatten, die Arbeit zu intensivieren, offenbar ohne aktiven Widerstand auf dem Shopfloor durchgeführt werden konnten?

Ein wichtiger Erklärungsfaktor war der hohe Anteil an Immigranten an der Belegschaft. Das starke Wirtschaftswachstum hatte die Region Detroit schon vor dem Bau des Highland Park Werks zu einem Anziehungspunkt für Menschen weltweit, die auf der Suche nach Arbeit waren, werden lassen. Im November 1914 führte die Ford Motor Company die Ergebnisse eine detaillierte Erhebung über die nationale Herkunft der Beschäftigten durch. Danach machten in Amerika Geborene nur 29 % der Arbeiter im Werk aus. Die anderen 71 % kamen aus 22 Ländern, die Mehrheit aus Süd- und Osteuropa. Immigranten aus Polen bildeten die größte Gruppe, es folgten die aus Russland, Rumänien, Italien und Ungarn. Zu dieser Zeit waren deutschen Immigranten die siebtgrößte Gruppe (vgl. Meyer 1981: 77; vgl. zu späteren Erhebungen: Hooker 1977: 84f)).

Immigranten waren in allen Tätigkeitsgruppen außer im Management tätig, die meisten arbeiteten als Specialist oder Laborer. Der Zustrom von ungelernten Arbeitskräften war dem Unternehmen äußerst willkommen. Diesen Strukturveränderungen auf dem Arbeitsmarkt kam das neue Produktionssystem entgegen, das auf den Einsatz von Angelernten setzte und entsprechend gezielt die Verringerung der Qualifikationsanforderungen (das Deskilling) in der Produktion vorantrieb. Aber es gab Probleme. Zwar konnte das Management bei seinen Umstellungen auf repetitive Teilarbeiten unter den Bedingungen, die auf dem Arbeitsmarkt herrschten, davon ausgehen, dass man jederzeit hinreichend Arbeitskräfte finden konnte, die die gegebenen Bedingungen akzeptierten. Die hohe Fluktuation war aber ein deutliches Zeichen für Unzufriedenheit.

Im Durchschnitt lag die Fluktuation 1913 bei über 370 %. Dies war selbst für Detroiter Verhältnisse ein abnorm hoher Wert. Ein großer Teil der Neueingestellten verließ das Werk schon nach wenigen Tagen wieder. Nicht nur für die Immigranten, sondern auch für amerikanische Arbeiter gab es keine Möglichkeit, ihre Unzufriedenheit zu artikulieren; es gab keine Gewerkschaft oder eine andere Art von Interessenvertretung im Betrieb.

Es ist schwer vorstellbar, wie unter den Bedingungen dieser hohen Personalfluktuation eine halbwegs geordnete Produktion möglich war, die Produktivität scheint darunter, wie später in dem Kapitel noch gezeigt wird, aber nicht sonderlich gelitten zu haben. Eine Erklärung dafür war die

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

frühzeitige Einführung eines Personalsystems, das in der Lage war, mit der volatilen Situation in dieser Zeit umzugehen. Bereits 1912 hatte man die Verantwortung für die Rekrutierung von Arbeitern und für die Zuweisung der Arbeitsplätze, die zuvor bei den Foremen gelegen hatte, an ein zentrales Personalbüro übertragen, und man hatte mit der Entwicklung eines Systems der Lohndifferenzierung begonnen, das zwischen unterschiedlichen Kategorien von Arbeitern, abgestuft nach technischer Kompetenz und Fähigkeiten, unterschied. Die Zentralisierung der Personalverantwortung und das System der Differenzierung der Stellenanforderungen ermöglichten es, auch mit größeren Personalbewegungen fertigzuwerden. 1912 gab es Tage, an denen pro Tag über 500 Neu- und Wiedereinstellungen vorgenommen und den Betreffenden die geeigneten Arbeitsplätze zugewiesen werden mussten (vgl. McKinlay/Wilson 2012: 50).

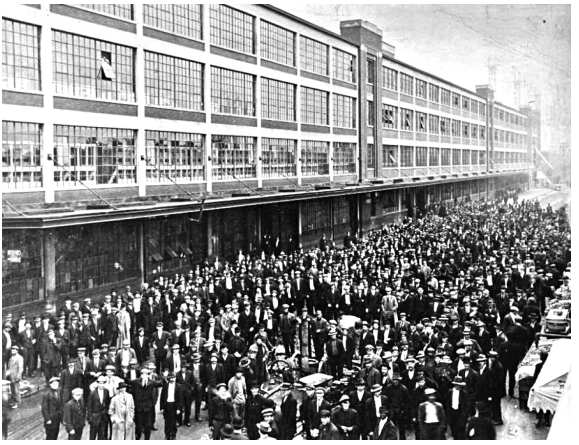
Mit der Einführung des Mindestlohns von fünf Dollar am Tag Anfang 1914 war das Problem der hohen Fluktuation fürs erste gelöst. Als weitere Maßnahmen wurden die tägliche Arbeitszeit von neun auf acht Stunden gesenkt und ein Dreischichtsystem eingeführt (vgl. Nevins 1954: 532ff. sowie Meyer 1981: 95ff.). Auch diese Maßnahmen waren von großer Bedeutung, aber die Lohnerhöhung war die Sensation.

Offiziell sprach man bei Ford von Profit Sharing, aber diese Unterscheidung spielte für die Job-Bewerber keine Rolle. Die Höhe des Lohnzuschlags unterschied sich nach Beschäftigtengruppen, sie war prozentual am höchsten für die Laborer, deren Entgelt um über 80 % angehoben wurde, am geringsten war sie für Mechanics und Sub Foremen, die bestbezahlte Gruppe unter den Arbeitern, ihr Entgelt stieg lediglich um 30 %.

Die Einführung des Mindestlohns von fünf Dollar pro Tag fand weltweit Widerhall. Die Konkurrenten waren geschockt und verärgert. Sie wurden nun unter Druck gesetzt, diesen Schritt nachzuvollziehen. Der Andrang von Bewerbern für eine Arbeitsstelle bei Ford war riesig, wie auch Abbildung 18 zeigt:

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 18: Bewerberansturm nach Einführung des Fünf-Dollar-pro-Tag-Mindestlohns im Werk Highland Park (Januar 1914)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Auf die Bewerber warteten allerdings ein paar Klarstellungen. Die Zahlung war an Bedingungen geknüpft: Wer 21 Jahre alt oder jünger war (und das war ein großer Teil), erhielt sie nur, wenn er oder sie[52] eine verantwortungsvolle Lebensweise nachweisen konnte. Diese Regelung wurde noch im selben Jahr revidiert, nun war eine sechsmonatige Probezeit erforderlich, bevor man eine Prämie beziehen konnte – was bedeutete, dass man bei der Stange bleiben musste. Die Bescheinigung über eine verantwortliche Lebensweise wurde von der zu diesem Zweck eingerichteten „Soziologischen Abteilung" vergeben, nachdem zuvor umfangreiche Recherchen über die Lebensführung und die Einstellungen der Personen durchgeführt worden waren.[53]

Die Gründung der Soziologischen Abteilung wird heute zumeist als Ausdruck einer Zunahme von Kontrolle und Überwachung im Ford-System gesehen. Es gibt eine Vielzahl von Beispielen für eine repressive Wirkungsweise des Systems sprechen, insbesondere im Falle unverheirateter Frauen unter den Angestellten. (Vgl. dazu Zuntz 1990: 141ff) Aber es existieren auch

52 Der Anteil an Frauen unter den Beschäftigten war sehr gering – 1920 waren es 978 von insgesamt 41.489 Beschäftigten im Werk Highland Park (Hooker 1997: 65).

53 Die Mitarbeiter des Sociological Department führten Untersuchungsprotokolle „Records of Investigation". Diese umfassten u. a. biografische Angaben, auch über das soziale Umfeld, Informationen über die wirtschaftliche Situation und Bemerkungen zu Moral, Lebensführung und Gewohnheiten (Meyer 1981: 130–132).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Beispiele, die dafür sprechen, dass soziale Unterstützungsleistungen einen wesentlichen Teil der Tätigkeit der Abteilung ausmachten. Das entsprach einer Wende in der Personalpolitik, die sich schon vorher angebahnt hatte. Schon im Verlauf des Jahres 1913 waren im Rahmen der sogenannten Lee-Reformen (Lee gilt als Begründer eines Personalwesens bei Ford) zahlreiche Maßnahmen zur Verbesserung der Lebenslage der Arbeiter ergriffen worden: Kredite für den Hausbau wurden gewährt, die Mitarbeiter der Soziologischen Abteilung leisteten Unterstützung bei Alltagsproblemen, Sprach- und Integrationskurse zur „Amerikanisierung" von Immigranten wurden abgehalten, es gab eine eigene Berufsschule (Ford Trade School) und ein modernes Krankenhaus (vgl. Nevins 1954: 32, 118ff., 171ff.; Brandes 1976).

Die Lohnsteigerung verfehlte seine Wirkung nicht. 1914 fiel die Fluktuation auf durchschnittlich 53 %. Arnold und Faurote, die in diesem Jahr ihre Untersuchungen durchführten, stellen fest:

> "These pay conditions make the workmen docile. New regulations, important or trivial, are made almost daily; workmen are studied individually and changed from place to place with no cause assigned, as the bosses see fit, and not one word of protest is ever spoken" (Arnold/Faurote 1915: 328).

1915 betrug die Fluktuation nur noch 16 Prozent. Der Five-Dollar-a-Day-Mindestlohn gilt heute als Paradebeispiel für „Effizienzlöhne" (Raff/Summers 1987). Er symbolisiert zugleich den Beginn einer Periode, die Nevins/Hill als „the bright era in which the Ford plant had been a little welfare state" beschreiben (Nevins/Hill 1957: 539). Als einen Ausdruck der gewandelten Arbeitsbeziehungen nennen sie die Vielzahl von Verbesserungsvorschlägen, die von den Beschäftigten eingereicht und durch ein Vorschlagskomitee prämiert wurden (ebd.: 517). Wenn man einmal von der Haltung gegenüber einer gewerkschaftlichen Organisierung absehe, habe sich Highland Park in dieser Zeit als ein „almost Utopian example of enlightened, kindly progressive labor relations" (ebd.: 524) präsentiert; das Werk sei zu einem „house of good feeling" geworden (ebd.: 518). Murray/Schwartz sprechen in einer neueren Veröffentlichung von einer „moral economy", die damals im Entstehen war:

> "Essentially, the auto industry became governed by an ethos of shared sacrifice and shared reward" (Murray/Schwartz 2019: 9).

Jenseits dieser Elogen stellt sich die Frage, ob dieser Regimewandel grundsätzlich notwendig war, um das Funktionieren des Produktionssystems zu

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

sichern, oder ob es eher darum ging, die momentane Gefahr einer gewerkschaftlichen Organisierung abzuwehren.

Es gibt gute Gründe, die für die These einer funktionalen Notwendigkeit sprechen. Der hohe Automatisierungsgrad und die Fließfertigung machte das ganze System anfälliger für Störungen jedweder Arbeit.[54]

Plausibel erscheint aber auch die These, dass die Maßnahmen in erster Linie eine gewerkschaftliche Organisierung verhindern sollten. Getragen von einer breiten gesellschaftlichen Reformbewegung gewannen die Gewerkschaften in den 1910er Jahren zunehmend Mitglieder in den Unternehmen und Anerkennung in der Gesellschaft. In der Industriemetropole Detroit hatten die Gewerkschaften bis dahin nicht Fuß fassen können. Die Arbeitgebervereinigung in Detroit war ein militanter Befürworter einer Politik des „Open Shop"[55] und der Bekämpfung von Gewerkschaften. Aber 1913 nahmen die Industrial Workers of the World – die „Wobblies" – Ford ins Visier. Ihr Versuch, die Shopfloor-Arbeiter zu organisieren, war zwar erfolglos, blieb aber eine latente Gefahr. Vor diesem Hintergrund erscheint es nicht unplausibel, dass Ford den Arbeitern Anfang 1914 mit der Lohnerhöhung ihren möglicherweise aufkommenden Widerstand gegen die Umstellungen auf eine Fließbandproduktion abkaufen wollte. Meyer sieht hier den Hauptgrund für die Einführung des Fünf-Dollar-Tages (vgl. Meyer 1981: 89f.; vgl. auch Gordon et al. 1982).

Nach dem Ersten Weltkrieg schien sich diese These zu bestätigen. Die Gewerkschaft verlor an Einfluss, bei Ford hatte man nun keine gewerkschaftliche Organisierung mehr zu befürchten und nun ging es mit dem „Wohlfahrtsregime" bergab. Eine weitere Erklärung ist die Wirtschaftskrise 1920/21, von der Ford besonders stark betroffen war. In der Erwartung eines Nachkriegsbooms hatte man nach Verkündung des Kriegsendes die Fahrzeugproduktion sofort wieder hochgefahren und besaß, als die Krise hereinbrach, einen großen Bestand an unverkauften Fahrzeugen. Das Unternehmen geriet an den Rand des Bankrotts. Wie schon andere Automo-

54 Für diese These spricht auch, dass man in dem oben bereits erwähnten (Fußnote 47) Fiat-Werk Lingotto, nachdem dort das Fließband eingeführt hatte, Ende der 1920er – parallel zur Einführung des Bedaux-Systems ebenfalls „company welfare" Programme einführte, um die Zustimmung seitens der Beschäftigten zu gewinnen (vgl. Musso 1995: 246).

55 Das Prinzip des „Open Shop" wendet sich gegen die Zwangsmitgliedschaft in einer Gewerkschaft und beharrte auf dem Prinzip der individuellen Vertragsfreiheit. Die Ford Motor Company war Mitglied der ‚Employers Association of Detroit', die alles dafür tat, die gewerkschaftliche Organisierung der Betriebe in Detroit zu verhindern (vgl. Klug 2017).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

bilhersteller im Raum Detroit griff man schließlich auch bei Ford auf das Mittel der temporären Entlassung (Layoff) zurück. Von den über 55.000 Belegschaftsangehörigen wurde der größte Teil ohne Lohnersatz nach Hause geschickt.

Nach der Wiederaufnahme der Produktion begann man mit scharfen Rationalisierungsmaßnahmen (Vgl. dazu Nevins/Hill 1957: 519 und Sward 1968). Im Vordergrund standen nun verschärfter Arbeitsdruck und Disziplinierung. Ein Zeichen für die Wendung zu einem strikteren, repressiven Arbeitsregime war die Beendigung des Vorschlagssystems, das Unternehmen schien kein Interesse mehr an der Beteiligung der Arbeiter zu haben (ebd.: 517). 1921 verließ der Leiter der Soziologischen Abteilung das Unternehmen, die Abteilung wurde geschlossen. Nevins/Hill sehen die Schließung als Ende der Ära progressiven Personalmanagements:

> "The event signalized the end of one era in Ford labor relations, and the beginning of another – darker, harsher, more Prussian, more capricious and irrational." (Nevins/Hill 1957: 349)

Auf dem Shopfloor bedeutete dies einen zunehmenden Leistungsdruck durch die Foremen und ihre Stellvertreter, der nun zu einem Hauptantriebsfaktor für Produktivitätsverbesserungen wurde.[56] Vorgesetztenwillkür und Favoritismus griffen um sich. Besonders ausgeprägt war die Verschlechterung in den Arbeitsbeziehungen im neuen Werk River Rouge. Hier wollte man gegenüber der weitgehend neu rekrutierten Belegschaft offensichtlich neue Saiten aufziehen. Als Leiter der sogenannten Service-Abteilung wurde Harry Bennett ernannt, eine skrupellose Person, die sich für keine schmutzige Aktion zu schade war, aber die volle Unterstützung von Henry Ford und dem De-facto-

56 Ein interessanter Aspekt in diesem Zusammenhang – auch im Hinblick auf die Darstellung der Entstehung des Toyota-Produktionssystem in Kap. 6 – ist die Einführung von Reißleinen und ähnlicher Stoppvorrichtungen, die offensichtlich als eine Art Sicherheitsventil gedacht waren. Nevins/ Hill schreiben dazu: "The operator could protect himself against being swamped by an excessively rapid flow of work. If materials came too fast, or if an unexpected hitch occurred, a worker was expected to halt the line by throwing a switch, or reaching upward and jerking a cord. A light then glowed in the central control booth. If it lasted only a few seconds the difficulty was minor; if it shone longer, it meant a breakdown of machinery or other serious impediment, and help was dispatched. But all stoppages, long or short, were tabulated; and when a cluster of stoppages indicated that some conveyor was running too swiftly, its gait was reduced." (Nevins/Hill 1963: 520) Welchen Gebrauch die Arbeiter von der Reißleine machten, ist nicht bekannt. Außer in Japan scheint niemand davon Kenntnis genommen zu haben.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Werksleiter Sörensen besaß. Mit der Zeit entwickelte sich Bennett mehr zum faktischen Personalleiter des Werks und entschied über Einstellungen, Entlassungen und andere Fragen. Sein Service Department hatte Niederlassungen in den Ford-Werken im ganzen Land. In den späten 1920er Jahren hatte Bennett das in der amerikanischen Industrie umfassendste und effizienteste Spionagesystem geschaffen und verfügte über die damals größte Privatarmee der Welt (Nevins/Hill 1963: 47).

Das Foto aus den Ford Motor Company Archives (Abbildung 19) gibt einen Eindruck von der engen Überwachungssituation an den Fließbändern. Es wurde in den 1920er Jahren aufgenommen und es scheint so, als würden sich in ihm die veränderte Arbeitssituation und die verschärfte Überwachung und Disziplin widerspiegeln.

Abbildung 19: Arbeiter und Überwacher am Fließband (um 1924)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA – https://www.nomos-elibrary.de/agb

3.7 Der Produktivitätssprung und seine Ursachen

Dass in dem Werk Highland Park ein großer Produktivitätsanstieg stattfand, war offensichtlich und wurde oben anhand vieler Einzelbeispiele verdeutlicht. Im Mittelpunkt der Darstellung stand dabei die Entwicklung in den ersten fünf Jahren des neuen Werks, über die – vor allem dank der Untersuchungen von Arnold und Faurote – auch im Hinblick auf die Aufeinanderfolge der Ereignisse und Maßnahmen recht genaue Informationen vorliegen. Im Folgenden soll nun der Gesamtverlauf der Produktivitätsentwicklung in der Zeit der Modell T Produktion in den Blick genommen werden, um auf dieser Basis die Frage nach den Ursachen zu diskutieren.

In der Literatur herrscht keine Einigkeit darüber, welches die entscheidenden Faktoren waren.

Ein Erklärungsfaktor ist sicherlich der hohe Grad der Automatisierung. Henry Ford (bzw. sein Ghostwriter Samuel Crowther) schrieb in seiner Autobiografie, dass zwei Millionen Facharbeiter nötig gewesen wären, wenn die derzeit (Anfang der 1920er) produzierte Menge an Fahrzeugen noch auf die traditionelle Weise hergestellt würde.

> „Geschulte Arbeiter hätten sich in den Mengen, wie wir sie dann benötigt hätten, nicht in hundert Jahren heranziehen lassen. Zwei Millionen gelernter Arbeiter wären außerstande, mit der Hand auch nur annähern unsere tägliche Arbeitsmenge zu schaffen. Keiner vermöchte außerdem eine Millionen Mann zu dirigieren." (Ford 1923: 90)

Arnold und Faurote hoben in ihrem Buch die in der Logistik eingesetzten Techniken besonders hervor und betonten generell die Bedeutung der Fließfertigung. Die Einführung der Fließbandarbeit, die sie am Ende ihrer Untersuchung mitverfolgten, sahen sie als Ursache für einen großen Produktivitätssprung. Diese Einschätzung der Bedeutung des Fließbandes für die Produktivitätsentwicklung im Highland Park Werk, die auch heute noch weit verbreitet ist, wird in der neueren Forschung teilweise kritisch gesehen. So stellt Abernathy[57], dessen Untersuchungen in diesem Buch an verschiedenen Stellen herangezogen werden, fest:

> „In my view, this famous innovation is not actually the proper starting point, for it is neither the most important of the process innovations

57 William Abernathy war Professor an der Harvard Business School und ein anerkannte Automobilindustrieexperte. Er war einer der Initiatoren des MIT-Programms zur Zukunft der Automobilindustrie.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> that Henry Ford introduced nor the essential formative innovation in the mass production of automobiles." (Abernathy 1978: 22)

Der Wirtschaftshistoriker Raff gelangt zu dem gleichen Ergebnis:

> „(T)he details show surprisingly little kick to the advent of the moving assembly line… Thus, the answer… is less than you probably thought…. Mass production was not One Big Thing, but rather a series of complementary Little Things." (Raff 2003: 17)

Zu einer anderen Sichtweise gelangen McKinlay und Wilson. Sie heben in ihren Veröffentlichungen vor allem die Bedingungen auf den Absatzmärkten zur damaligen Zeit hervor. (Wilson/McKinlay 2010; McKinlay/Wilson 2012; Wilson 2015 und b). Die hohe Fluktuation bei den Arbeitern war aus ihrer Sicht durchaus funktional, um mit der hohen Fluktuation bei der Nachfrage fertig zu werden Das Fließband und das entsprechende System der Arbeitsteilung konnte diese Schwankungen durch Hinzufügen oder Reduzieren der Arbeiter am Band relativ leicht auffangen und durch die Vereinfachung der Arbeit sei es möglich gewesen, die Arbeitskräfte einzustellen, die auf dem Arbeitsmarkt zu seiner Zeit in großen Mengen zur Verfügung standen, sie aber auch wieder zu entlassen, was wegen der hohen Fluktuation oft gar nicht notwendig war, da die Arbeiter von sich aus oft ohnehin wegblieben. Die Autoren sehen hierin die eigentliche Motivation für die Einführung der Fließbandarbeit: „Deskilling was the Line's Raison D'etre" schreiben sie (Wilson/McKinlay 2010: 83).

Mit dieser Argumentation verweisen die beiden Autoren auf die besondere Situation in den ersten Jahren des Werks und damit auf die Bedeutung der Kontextbedingungen für die Erklärung des Produktivitätswunders im Highland Park Werk. Offensichtich gab es nicht nur *eine* Ursache für den Produktivitätsanstieg im Werk, und es kann angenommen werden, dass im Verlauf der Entwicklung unterschiedliche Faktoren eine maßgebliche Rolle spielten. Im Folgenden wird in einer Art qualitativer TFP-Analyse zur Ergründung der Komponenten, die das Produktivitätswachstum herbeigeführt haben, dieser Überlegung nachgegangen.

Grundlage bilden neu erschlossene Archivdaten, die eine detaillierte Rekonstruktion der Produktivitätsentwicklung anhand der durchschnittlich aufgewendeten Anzahl von Arbeitsstunden je Fahrzeug erlauben. Die Analyse erfolgt auf Basis eines Datensatzes bei Wilson (Wilson 2015a).

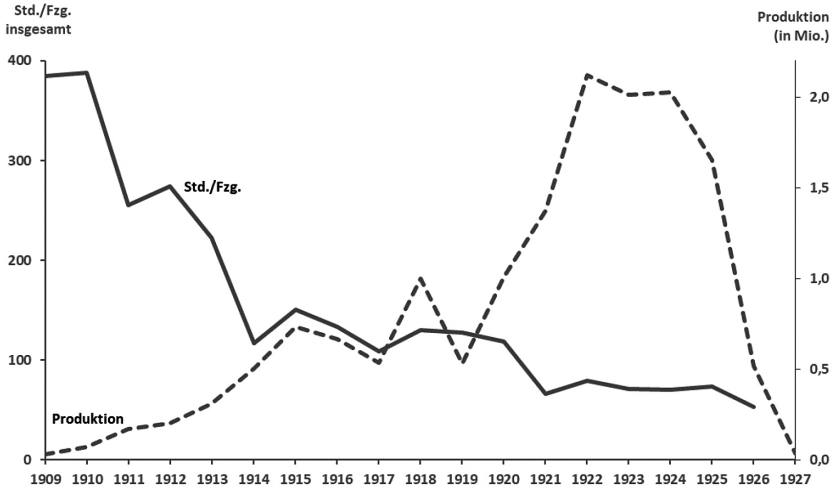
Abbildung 20 zeigt die Produktivitätsentwicklung sowie die Entwicklung der Produktion anhand der Verkaufszahlen im Zeitraum 1909 bis zur Ein-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

stellung der Produktion 1927. Zu beachten ist: bei dem verwendeten Produktivitätsindikator Arbeitsstunden pro Fahrzeug bedeutet ein Absinken der Kurve einen Anstieg der Produktivität.

Die Produktion des Modells T begann 1908 im Piquette-Street-Werk. Damals wurden rund 300 Fahrzeuge hergestellt, und pro Fahrzeug wurden im Jahresdurchschnitt 1.776 Arbeitsstunden aufgewendet. Dieser Wert wurde 1909 auf 384 Stunden gesenkt. In absoluten Zahlen war dies der größte Produktivitätssprung überhaupt, er fand noch im Piquette-Werk statt. Da hierzu nur wenige Informationen vorliegen und um nicht über die Ursachen spekulieren zu müssen, werden die Entwicklungen in diesem Werk nicht mit in die weitere Analyse einbezogen. Als Ausgangspunkt für die weitere Analyse wird daher das erste Produktionsjahr in Highland Park genommen.

Abbildung 20: Entwicklung der Arbeitsstunden je Fahrzeug und der Verkaufszahlen (1909 bis 1927)



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage der Daten bei Wilson (2015a: 81). Die Basis bilden Monatsberichte über Beschäftigungszahl und gearbeitete Stunden sowie Verkaufszahlen der Ford Motor Company. Die jahresbezogenen Angaben beruhen auf den gleitendenden Monatsdurchschnitten.

Bezogen auf die anschließende Entwicklung werden drei Phasen unterschieden. Die erste umfasst den Zeitraum 1910 bis Ende 1913. Dies war die Phase der spektakulärsten Produktivitätssprünge. In dieser Zeit stieg

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

die Produktion - ausgehend von einem sehr niedrigen Niveau – stark an (wobei die Jahresdurchschnittszahlen die Jahresverlauf die großen Schwankungen, auf die Wilson und McKinlay verweisen, überdecken (vgl. dazu Wilson 2015a: 81). 1910 befand sich die Produktivität mit 388 Stunden pro Fahrzeug noch auf dem gleichen Niveau wie ein Jahr zuvor im Vorgängerwerk; diese Zahl fiel 1911 auf 256, stieg 1912 auf 274, um dann 1913 auf 222 Stunden abzusinken.

Die zweite Phase umfasst den Zeitraum 1914 bis 1917. 1914 war der Beginn einer einschneidenden Rezession in den USA und die Produktion ging zurück. Bei Ford erfolgte am Anfang dieses Jahres die Einführung des Fünf-Dollar-Mindestlohns, was rasch zu einer Absenkung der Fluktuation führte, und im weiteren Verlauf des Jahres wurde Fließbandarbeit im Werk ausgerollt. Innerhalb des einen Jahres kam es daraufhin zu einer Verdoppelung der Produktivität, die Anzahl der Stunden je Fahrzeug fiel auf 117.[58] Inwieweit dieser Anstieg auf das Fließband, dem Fünf Dollar Lohn oder andere Faktoren zurückzuführen ist, lässt sich nicht beantworten. Im Folgejahr kam es dann aber zu einem Anstieg der Stundenzahl, d.h. einem Rückgang bei der Produktivität, der erst in den Jahren darauf wieder eingeholt wurde, sodass die Produktivität 1917 mit 108 Stunden pro Fahrzeug erst wieder den Stand von 1914 erreichte. Die anfängliche Steigerung der Produktivität erwies sich also zunächst nicht als nachhaltig.

In dem Zeitraum von sieben Jahren, wenn man die ersten beiden Phasen zusammen betrachtet wuchs die Produktion um mehr als das Zwanzigfache, die Beschäftigung um das Zwölffache.[59]

1917 traten die USA in den ersten Weltkrieg ein und das Werk wurde auf Rüstungsproduktion umgestellt, bei den Daten erfolgt der entsprechende Einschnitt erst 1918.

Die dritte Phase umfasst den Zeitraum 1919 bis 1926. Die Produktivität lag im ersten Nachkriegsjahr in etwa wieder auf dem gleichen Niveau

58 Raff kommt auf Basis der ihm vorliegenden Daten zu einem anderen Ergebnis. Danach fand der große Produktivitätssprung noch im Jahr 1913 statt, das er als Annus Mirabilis in der Geschichte des Werks bezeichnet (Raff 2003: 182). Ein möglicher Grund für die Abweichung ist, so die eigene Annahme, die Verwendung von Verkaufsdaten anstelle von Produktionsdaten bei Wilson. Raff, dessen Daten an dieser Stelle vermutlich die genauere zeitliche Abfolge wiedergeben, kommt damit zu noch kritischeren Schlussfolgerungen bezogen auf die Rolle, die das Fließband bei dem Produktionsanstieg im Werk gespielt hat, denn hier fand der große Produktivitätssprung statt, *bevor* das Fließband flächendeckend im Werk eingeführt wurde.

59 Bei der Produktion von 32.000 auf 734.000, bei der Beschäftigung von 2.800 auf 32.700. Die Angaben beruhen auf Nevins/Hill Bd.I: 648 und Bd. 3: Appendix II.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

wie vor dem Krieg. 1921 kam es dann jedoch wieder zu einem großen Produktivitätssprung, die Anzahl Stunden pro Fahrzeug sank von 118 auf 66 Stunden. Der Hintergrund dafür war der starke Kriseneinbruch 1921, der für das Unternehmen, wie in diesem Kapitel beschrieben, beinahe den Bankrott bedeutet hatte. Im Vorfeld hatte es keine größeren Automatisierungsmaßnahmen gegeben. Die Erklärung für den Produktivitätssprung dürfte in erster Linie in der Intensivierung der Arbeit aufgrund der in dieser Zeit forciert betriebenen Rationalisierungsmaßnahmen gelegen haben.

Im Jahr danach kam es unmittelbar zu einem starken Produktionsanstieg, der weiter anhielt und 1923 das Maximum von über zwei Millionen Fahrzeugen erreichte. Die Anzahl Stunden pro Fahrzeug blieb in dieser Zeit bei leichten Schwankungen auf dem während der Krise durchgesetzten Niveau von um die 70 Stunden je Fahrzeug. In 1926, dem letzten Produktionsjahr sank sie noch einmal auf 53 Stunden, wobei dies – vermutlich – vor allem auf die Verringerung der Fertigungstiefe des Werks zurückzuführen war. Inzwischen waren hier mehr und mehr Bereiche der Komponentenfertigung in das Werk River Rouge verlagert worden. Die Modell T Produktion wurde im Mai 1927 eingestellt.

Über den Gesamtzeitraum hinweg sank die Anzahl der Stunden je Fahrzeug im Werk Highland Park von ursprünglich rund 400 (1910)auf rund 50 (1926) Stunden; würde man den bei dieser Rechnung abgeschnittenen Wert des ersten Produktionsjahres im Werk Piquette-Street 1908 von 1800 Stunden pro Fahrzeug als Ausgangspunkt nehmen, dann erschiene der Sprung noch weit größer.[60]

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es im Werk nicht den einen großen Produktivitätssprung gab, sondern mehrere Sprünge; zwischenzeitlich gab es Rückgänge und der Stagnation. Die Entwicklung kann nicht durch einen einzelnen Faktor erklärt werden, auch nicht durch den pauschalen Verweis auf das systemische Zusammenwirken der Faktoren im Rahmen eines übergreifenden Systems.

60 Der Anteil der Indirekten („non-production workers") war relativ hoch. 1910 bei lag das Verhältnis bei 1:1,4); bis 1914 hatte der Anteil der Indirekte zunächst noch zugenommen, in den Jahren danach blieb, trotz des starken Anstiegs im Produktionsvolumen relativ stabil beim Verhältnis 1:1. Eine Erklärung für den vergleichsweise hohen Anteil der Indirekten an den Produktionsarbeitern dürfte die hohe Anzahl unterschiedlich spezialisierter Foremen und die erhöhte Kontrolldichte auf dem Shopfloor gewesen sein; ein weiterer Faktor der hohe Aufwand für die Instandhaltung und Erneuerung der Maschinen und Anlagen. Trotz der Vielzahl an Fördereinrichtungen dürften auch nach wie vor viele Arbeiter für Aufgaben des Transports und der Bereitstellung von Teilen und Materialien tätig gewesen sein.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Das erfolgreiche Managen des gewaltigen Anstiegs des Produktionsvolumens und die damit verbundenen Skaleneffekte waren sicherlich ein Hauptgrund für das lange Anhalten des Produktivitätswachstums. Highland Park war kein Werk, das wie spätere Werke für eine bestimmte Produktionskapazität gebaut war und nach einer Anlaufphase die geplante Produktionsmenge erreichte, sondern ein für eine längere Zeit unfertiges Projekt, das sehr rasch expandierte und wiederholt neu ausgerichtet wurde. Ermöglicht wurde dies durch begünstigende Umstände: a) die Existenz spezialisierter Maschinebaubetriebe, die die rasche Erweiterung und Weiterentwicklung der Maschinen und Anlagen im Hinblick auf das stark wachsende Produktionsvolumen ermöglichten, b) ein Arbeitsmarkt mit fast unbegrenzter Flexibilität für den kurzfristigen Auf- und Abbau einer beliebigen Anzahl von Beschäftigten, was die rasche Anpassung an die volatile aber insgesamt stark wachsende Nachfrage ermöglichte, c) Arbeitsabläufe und Tätigkeitsanforderungen in der Produktion, die den Einsatz von produktionsunerfahrenen Arbeitern erlaubten, d) ein Markt, der hungrig war nach den hier hergestellten Produkten und der durch den Aufbau der Zweigwerke zügig erweitert werden konnte und schließlich e) ein Management, das nicht nach den ersten Anfangserfolgen an die Verteilung der Gewinne an die Aktionäre denken musste.

3.8 Zwischenresümee

Die Produktivitätsentwicklung im Werk Highland Park war, wie die Analyse gezeigt hat, das Ergebnis vieler Faktoren. Eine wesentliche Rolle hat das American System of Production gespielt, das bereits in anderen Industrien erprobt und weiterentwickelt worden war und den maßgebenden Akteuren bei Ford durchaus bekannt war, als sie das neue Werk Highland Park konzipierten. Kaum eine der in diesem Werk für die Automobilproduktion eingeführten Innovationen war wirklich neu oder gar revolutionär. Die meisten waren durch die Entwicklungen im 19. Jahrhundert bereits vorbereitet und in anderen Branchen erprobt worden.

Deutlich wurde, dass die Produktion schon zu Beginn in Highland Park zu einem beträchtlichen Teil automatisiert war. Bearbeitende Tätigkeiten am Produkt waren in den damaligen Kerngewerken schon in hohem Maße durch Maschinen verdrängt worden. Automatisiert wurde hier auch durch die Vielzahl von Förderbändern ein Teil an Transport-, Materialbereitstellungs- und Handhabungstätigkeiten in den Produktionsbereichen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Bezogen auf den Grad der Automatisierung gab es dennoch eine grundlegende Diskrepanz zwischen den Bereichen der – im weiten Sinne – den Bereichen der Teileherstellung und der Montage. Während die Ersteren bereits einen relativ hohen Automatisierungsgrad aufwiesen, wurde in der Letzteren manuell – allerdings auch bereits teilweise mit halbautomatischen Werkzeugen – gearbeitet. Es ist sicherlich unberechtigt, wenn man den Automatisierungsgrad der manuellen Fließbandarbeit, wie nach dem Zweiten Weltkrieg geschah, mit null anzusetzt.

Durch die Einführung der Fließbandarbeit konnte das Fließprinzip auch in den Montagebereichen umgesetzt werden und bisherige längerzyklischen Arbeitsabläufe in die repetitiven Teilarbeiten aufgespalten werden, die bei Ford zwar nicht erfunden aber zur Norm in der Produktionsarbeit gemacht wurden. Die eigentliche Bedeutung des Fließbandes bestand in seiner Funktion als ein (halbautomatisches) System zur Unterstützung des Produktionsmanagements bei der Produktionsorganisation und Leistungsregulierung

Der relativ geringe Umfang an Tätigkeiten in der Fahrzeugmontage (anders war es bei den Aggregaten) zeigt, dass die Einführung der Fließbänder nicht der Hauptgrund der großen Produktivitätssprünge im Highland Park Werk gewesen sein kann. Aber das Potential, das die Fließbänder für die Rationalisierung und die Intensivierung von Arbeit bot, wurde bald deutlich. So wurde es bei Ford zum Rückgrat der Produktionsorganisation in den Zweigwerken, die in den 1920ern mehr und mehr zu Produktionswerken wurden und es von anderen Unternehmen in der Automobilindustrie kopiert, wofür auch die freizügige Haltung Henry Fords in Hinblick auf die Weitergabe von Informationen über seine Produktionsmethoden sorgte.[61]

Für Robert Gordon jedenfalls war es das Fließband zusammen mit dem Einsatz von elektrisch angetriebenen Handwerkzeugen, die die zweite industrielle Revolution (in seiner Schreibweise Industry #2) auslösten. (Gor-

61 Offenbar waren auch in anderen Automobilunternehmen in den 1910er und 20er Jahren große Produktivitätszuwächse zu verzeichnen. Eine Studie des Bureau of Labor Statistics (BLS) aus dem Jahr 1924 ergab bei sechs (anonymisierten) Unternehmen ähnliche Zuwächse wie bei Ford. So wurden die „Man-Hours per Car“ in einem der untersuchten Unternehmen zwischen 1912 und 1923 von 4.664 auf 813 Stunden reduziert, ein anderes senkte die Stundenzahl in der gleichen Zeit von 1.260 auf 228 Stunden, in beiden Fällen gab es also Produktivitätsverbesserungen in einer ähnlichen Größenordnung wie im Highland Park Werk (Mortier 1924: 737ff.). Inwieweit hier schon ein Transfer der Fordschen Produktionsmethoden stattgefunden hat, ist unklar, dazu finden sich in der Studie keine näheren Hinweise.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

don 2016: 557) Seinen Berechnungen zufolge waren sie die Hauptursache für den gewaltigen Produktivitätssprung, der in den 1920ern und teils noch in den 1930ern stattfand.[62]

Das Geschäftsmodell Fords als Marktführer im Segment der Low-Cost-Fahrzeuge bei zugleich hohen Löhnen erforderte mit Blick auf die Konkurrenz sowohl permanente Produktivitätsverbesserungen als auch ständige Markterweiterungen. Dies war ein zentrales Charakteristikum des frühen Fordismus. Durch die Sozialmaßnahmen, die parallel zur Einführung der Fließbandarbeit durchgeführt wurden, wurde eine soziale Stabilisierung und eine gewisse Akzeptanz der neuen Produktionsweise erreicht. Tatsächlich waren die unmittelbaren Verbesserungen der Arbeitsbedingungen nicht unerheblich: Eine als spektakulär wahrgenommene Lohnsteigerung, die das Unternehmen zum Hochlohnproduzenten in der Branche machte: der Acht-Stunden-Tag, Sozialleistungen, Integrationsprogramme für Immigranten, aber auch ein hohes Maß an Kontrolle. Die im Vergleich gute Bezahlung öffneten den Arbeiterfamilien den Weg zu einem Mittelklasseleben. Aber es dauerte nicht lange, bis das System zunehmend repressive Züge annahm.

62 Der Output per Hour wuchs Gordons Berechnungen zufolge in der verarbeitenden Industrie in der Zeit von 1869 bis 1914 pro Jahr um 1,7, zuletzt um 1,6 Prozent, fiel zwischen 1914 und 1919 ab auf -0,4 Prozent; aber dann stieg sie explosionsartig in die Höhe. In der Periode 1919 bis 1925 wuchs die Produktivität um 6,7% pro Jahr; zwischen 1925 und 1929 verlangsamte sich der Anstieg auf 3,3% Zunahme pro Jahr (ebd.: 269).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

4. Das Werk River Rouge – Leitmodell und Niedergang (1920 bis 1950)

4.1 Einleitung

Das Werk Highland Park war gerade angelaufen, da dachte Henry Ford schon über ein neues Werk nach. Geplant war eine groß angelegte Traktorenfertigung, aber schon nach wenigen Jahren wurde das Werk umgerüstet für die Produktion des Nachfolgers des Modell T.[63] Das Kapitel beschreibt Aufstieg und Niedergang des Werks River Rouge. Es schlägt einen längeren Bogen von den 1920er bis Ende der 1940er Jahre.

Die Darstellung beginnt mit dem Übergang vom Modell T zum Modell A (Abschnitt 4.2). Ab nun wurde der eherne Grundsatz der Beschränkung auf nur ein Produkt aufgelockert. Das Vorbild hierfür war General Motors, wo man ein anderes Geschäftsmodell verfolgte. Hier standen Fragen der Produktpolitik im Mittelpunkt und nicht mehr die Produktion. Damit wird in der Darstellung ein zweiter Themenstrang eröffnet, der in späteren Kapiteln mehr und mehr an Bedeutung gewinnt.

Im Anschluss wird das Werk River Rouge vorgestellt (Abschnitt 4.3). Es war nicht nur ein Werk, es war eine Ansammlung von Werken an einem Standort, jedes für sich von riesigen Ausmaßen, ein „Industrial Colossus" – so nannten es Nevins und Hill in ihrer Ford-Biografie (1957: 279). Mit seiner gewaltigen Maschinerie markiert es den Gipfelpunkt des mechanischen Zeitalters. Wieder erfolgt der Gang durch die Gewerke, dieses Mal mit dem Fokus auf die Gewerke, die mit der Einführung der Stahlkarosserie neu entstanden waren.

Welche Auswirkungen hatten die enorme Größe, der gewaltige Maschineneinsatz und der einzigartig hohe Integrationsgrad des Rouge-Werks

63 Die Produktion der auf dem Markt sehr erfolgreichen Fordson-Traktoren lief 1916 in einem Werk des neu gegründeten Unternehmens Henry Ford & Son fünf Meilen entfernt von Detroit an, der Name Fordson wurde 1917 geprägt. Die Traktorenproduktion spielte in Henry Fords Zukunftspläne damals eine zentrale Rolle (vgl. Bryan 2003: 77). Für sie wurde das spätere River-Rouge-Werk (ursprünglich: Fordson-Werk) gebaut. Dort lief die Traktorproduktion 1921 an. Um Platz zu machen für eine PKW-Produktion, wurde die Traktorproduktion 1928 im Werk eingestellt, die Ausrüstung verladen und nach Cork in Irland verschifft, wo die Produktion 1929 wieder aufgenommen wurde.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

auf die Produktivität? Dieser Frage wird im anschließenden Abschnitt 4.4 nachgegangen. Für das Rouge-Werk gibt es allerdings keine vergleichbar detaillierten Beschreibungen wie im Falle des Werks Highland Park, und auch die Datenlage ist schlecht, daher sind die Analysemöglichkeiten hier begrenzt.

Gegenstand des Abschnitts 4.5 sind Probleme in den Arbeitsbeziehungen, die in den 1930er Jahren die Entwicklungen im River Rouge Werk zunehmend beeinflussten. Zu einem beherrschenden Thema wurden in den USA in den 1930ern die Auseinandersetzungen über die Frage der gewerkschaftlichen Organisierung, die wiederum von den Kämpfen der Schwarzen um ihre Rechte und ihre Aufstiegsmöglichkeiten überlagert wurden. Der Blick richtet sich in diesem Zusammenhang auch auf die Entwicklungen bei General Motors, wo die Anerkennung der Gewerkschaften letztlich durchgesetzt wurde; der Einsatz von Automatisierungstechniken als Mittel im Mittel im Arbeitskampf erwies sich in diesen Auseinandersetzungen als ein zweischneidiges Schwert. In den Konflikten in dieser Zeit formierten sich die Grundstrukturen industrieller Beziehungen und Konfliktlinien innerhalb der Belegschaft.

Den Abschluss bildet die Beschreibung des Neubeginns nach dem Ende des Krieges (Abschnitt 4.7). Mit der Gewerkschaft wurde eine Grundlagenvereinbarung getroffen, der „Frieden von Detroit", der eine neue Ära einleitete. Die Rolle des Werks River Rouge änderte sich nun grundlegend.

4.2 Eine Frage der Produktpolitik

4.2.1 Das Modell A und danach

Für Henry Ford war das Automobil ein Gebrauchsprodukt und kein Modeartikel. Modellwechsel allein mit dem Ziel, die Nachfrage zu stimulieren, lehnte er ab.

> "We want the man who buys one of our products never to have to buy another. We never make an improvement that renders any previous model obsolete." (Ford 1922: 412)

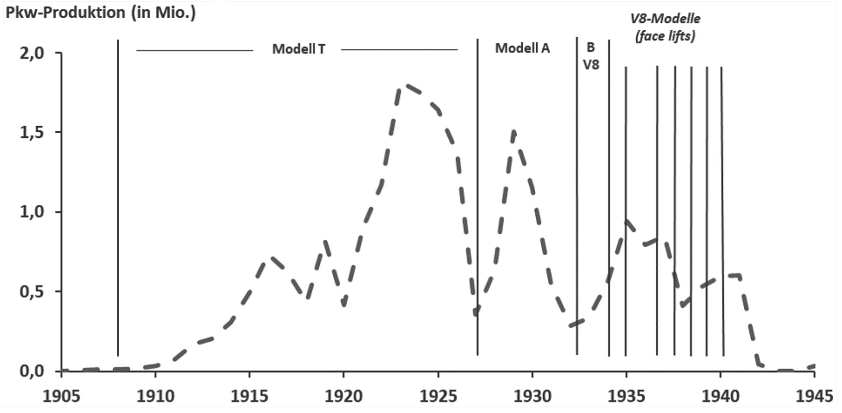
Aber nun war die Zeit des Modells T abgelaufen. Der Kundengeschmack wandelte sich, die Konkurrenten wussten das zu nutzen. Den Argumenten für einen Modellwechsel konnte sich schließlich auch Henry Ford nicht mehr widersetzen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der Name des T-Nachfolgers war Modell A. Obgleich als Nachfolgemodell vermarktet, war es eine grundlegend neue Konstruktion (Hounshell 1984: 281). Der größte Konstruktionsunterschied war, dass alle Ausführungen des Modells A eine Stahlkarosse hatten.

Das Modell A wurde ebenfalls zum Verkaufserfolg, aber der große Käuferansturm hielt nicht lange an. Nach nur vier Jahren wurde die Produktion 1931 wieder eingestellt. Angesichts der wachsenden Popularität großvolumiger Motoren auf dem Markt entschied sich Henry Ford nun für die Entwicklung eines V8-Motors – die Konkurrenz hatte bisher nur V6-Motoren. Der Nachfolger, das Modell B, wurde mit einem 4- und einem 8-Zylindermotor angeboten, nur Letzterer war ein Erfolg. 1934 ließ man das 4-Zylindermodell auf dem US-Markt auslaufen und stellte bis zur kriegsbedingten Einstellung der Pkw-Produktion in den USA nur noch das V8-Modell her.

Abbildung 21: Pkw-Produktion von Ford in den USA nach Anzahl, Modellen und Modelllaufzeiten (1905 bis 1945)



Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von Daten aus Nevins/Hill (1963: Appendix 1) sowie Woudenberg 1976:136ff. Nicht berücksichtigt werden hier die Lincoln-Modelle, die durch den Kauf der Lincoln Company durch Ford 1921 hinzukamen.

Ab nun erfolgte jährlich eine mehr oder minder umfassende Auffrischung zum Beispiel durch neue Einbauoptionen oder eine modischere Karosserie nach dem Vorbild von GM.[64] Es gab den Ford V8 in insgesamt 14 verschie-

64 Vgl. zu den jahresspezifischen Veränderungen und Modellbezeichnungen: https://de.wikipedia.org/wiki/Ford_V8 (letzter Zugriff 15.04.2022).

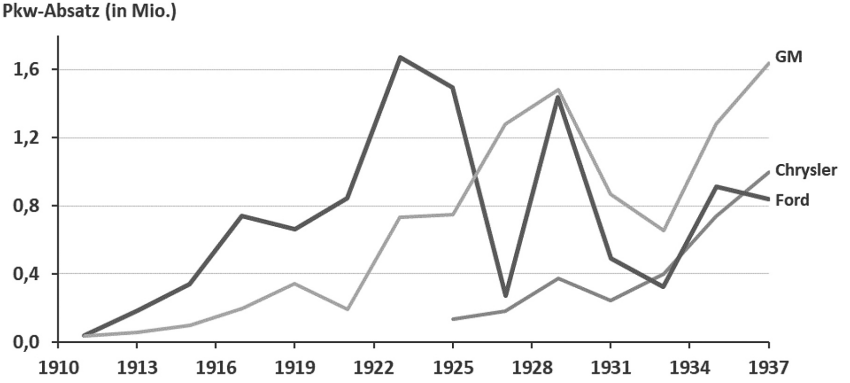
https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

denen Karosserievarianten, auch wenn nicht alle über die gesamte Bauzeit des V8 hergestellt wurden. Statt des robusten Modells T für den Alltagsgebrauch wandte man sich nun betuchteren Käufern zu, die Autos wurden schicker und leistungsstärker. Der Unterbau blieb aber für alle Fahrzeuge der gleiche. Im Kern blieb das Unternehmen also seinen fordistischen Ursprüngen treu.

Bei Ford war man aber nun bereit, den Weg zu gehen, den General Motors unter Alfred Sloan schon einige Jahre zuvor eingeschlagen hatte (dazu später). Auch ging man von der Politik der Preissenkungen ab, die auf eine Erweiterung der Nachfrage zielte. Mit dem Modell B bewegten sich die Preise aufwärts, von nun an wurde die Produktpolitik immer stärker auf die Trends der Käufermärkte ausgerichtet.

Dennoch lief die Zeit der Dominanz von Ford in den 1920er Jahren ab. General Motors und zunehmend auch Chrysler, die sich inzwischen von den übrigen Herstellern abgehoben hatten, lieferten Ford einen scharfen Wettbewerb um Marktanteile, aus dem General Motors, wie Abbildung 22 zeigt, als Sieger hervorging. Die Zeit der Big Three begann.

Abbildung 22: Pkw-Absatz von Ford, General Motors und Chrysler in den USA (1911 bis 1937)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Chandler (1964: 3)

4.2.2 Der Sloanismus

Alfred Sloan kam 1916 zu GM, 1923 wurde er hier zum Präsidenten ernannt und behielt diese Rolle bis 1946, zusätzlich bekleidete er seit 1937 das Amt

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

des Aufsichtsratsvorsitzenden. In den 30 Jahren hat er das Unternehmen wesentlich geprägt. GM selbst war 1908, also in dem Jahr, als bei Ford das Modell T anlief, von William Durant als ein Holdingunternehmen gegründet worden. Durant hatte, anders als Ford und die meisten der frühen Gründer, keinen Ingenieurs- bzw.Facharbeiterhintergrund; seine Stärken lagen im Bereich der Finanzierung und des (nach heutiger Bezeichnung) Marketings. Er erwarb auf Basis von Bankkrediten in kurzer Folge die Firmen Olds und Buick, Cadillac, Oakland und weitere Automobilhersteller, dazu eine Reihe von Zulieferfirmen. Sein Ziel war es, auf diese Weise als erstes Unternehmen die marktbeherrschende Position in der Automobilindustrie zu erlangen. Dies wollte man auch bei Ford, wobei dieses Ziel durch *internes* Wachstum geschafft werden sollte.

Durch den Zusammenkauf von Unternehmen entstand bei GM eine dezentrale Struktur mit weitgehend eigenständig geführten Unternehmen, die ihre eigenen Fahrzeugmodelle herstellten. Die Vielzahl von Modellen, die sich gegenseitig Konkurrenz machten und auf ganz unterschiedliche Weise hergestellt wurden, brachte das Unternehmen bald in Schwierigkeiten. 1910 übernahm ein Bankenkonsortium die Führung des Unternehmens und führte strikte Konsolidierungsmaßnahmen durch. Durant verlor seine Position verblieb aber im Unternehmen und arbeitete zusammen mit Louis Chevrolet an der Entwicklung eines Low-Cost Fahrzeugs. Am Ende der 1910er Jahre erwarb die Familie du Pont, Eigentümerin des gleichnamigen Chemieunternehmens auf der Suche nach einer Kapitalanlage für ihr durch die Rüstungsproduktion (Sprengstoffe) angesammeltes Vermögen größere Aktienpakete an GM. Als das Unternehmen durch die Krise 1919/20 erneut in Schwierigkeiten geriet, übernahm ein Mitglied der Du-Pont-Familie auch die operative Führung, Sloan wurde dessen „rechte Hand". Maßgeblich unter seinem Einfluss wurde GM zu einem finanzzentrierten, kennzahlengeführten Unternehmen. Return on Investment wurde zur Maßzahl, an der sich alle Projekte und jedes Managementhandeln zu orientieren hatten. Da der Verkauf seines eigenen Unternehmens über Aktien erfolgt war, wurde Sloan auch einer der größten privaten Aktionäre GMs. „Thus, the shareholder's point of view is natural to me" vermerkte er in seiner Autobiografie (Sloan 1969: 20).

Besorgt über die chaotische Art, in der Durant das Unternehmen geführt hatte – nach Bauchgefühl entscheidend, administrative Fragen vernachlässigend, sah Sloan die Notwendigkeit, die Kontroll- und Koordinationsmechanismen in dem zusammengewürfelten Unternehmen zu verbessern. Sein Ziel war, die Vielfalt und Dezentralität des Unternehmens zu einer Stärke zu machen. Zugleich strebte er (mit Blick auf die Situation bei Ford

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

als Negativbeispiel) eine Entpersonalisierung von Führungs- und Entscheidungsprozessen an – das Unternehmen sollte zu einer Art von Institution werden, in der die unterschiedlichen Führungsstile einzelner Personen keine Rolle mehr spielen durften. GM wurde zum Prototyp des modernen bürokratischen Unternehmens.

1922 wurden auf dieser Basis erste Reformen der Unternehmensstruktur durchgeführt. Die von der früheren Holding zusammengekauften Unternehmen behielten zwar weiterhin ihre Unabhängigkeit bei operativen Entscheidungen, Aufgaben der Planung und der Strategie wurden aber nun der Konzernzentrale übertragen. Es entstanden die bekannten fünf Geschäftsbereiche (Divisions), die die bisherigen Namen der ursprünglichen Unternehmen beibehielten: Buick, Oldsmobile, Cadillac, Oakland (später umbenannt in Pontiac) und Chevrolet. Die Koordination erfolgte durch divisionsübergreifende Komitees: So wurde ein Produkt-Komitee zur Abstimmung der Produktprogramme gebildet, ein Technisches Komitee für konstruktionstechnische Fragen; am wichtigsten war das Finanzkomitee, das zu einem eigenen Machtzentrum ausgestattet und auf die Interessen der du Ponts ausgerichtet wurde.

Das unter Durants Mitwirkung entstandene Low-Cost-Fahrzeug Chevrolet wurde nun in Stellung gebracht, um dem Modell T Konkurrenz zu machen. Die neue GM-Führung unter du Pont rekrutierte einen der profiliertesten Produktionsmanager von Ford (Knudsen) und ernannte ihn wenig später zum Leiter der Chevrolet-Division. Dieser sorgte für eine Übertragung der erfolgreichen Fordschen Produktionsmethoden, ein eigenes Produktionssystem wurde von GM nicht entwickelt.

Im Mittelpunkt der Sloan-Reformen stand die Produktpolitik. Sloan erkannte, dass die Kaufkraft zugenommen hatte. Die Käufer waren bereit, mehr Geld auszugeben, und ihr Interesse richtete sich nicht mehr auf die Fahrzeuge mit den niedrigsten Preisen. Diese Entwicklung hin zu einem wachsenden Wohlstand auch der Arbeiterklasse galt es durch ein differenziertes Produktangebot auszunutzen. Das Motto der neuen Produktpolitik lautete: „a car for every purse and purpose". Die Preispositionierung sollte so sein, dass das GM-Produkt den Konkurrenten Käufer abluchsen konnte, die eigentlich ein Fahrzeug in der nächsthöheren Preisklasse kaufen wollten, aber nun ein sehr gut ausgestattetes Fahrzeug der Preisklasse darunter erhalten und auf diese Weise eine hübsche Summe Geld einsparen konnten. (Vgl. dazu McDonald 2002).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Neben der Strategie einer räumlichen Markterweiterung und der Nutzung entsprechender Economies of Scale, wie es Ford vorgemacht hatte, trat damit die Strategie der Economies of Scope (vgl. zu dieser Unterscheidung: Chandler 2009). Ziel war es, die sozioökonomischen Veränderungsdynamiken gezielt zu nutzen. Dem Wunsch nach höherwertigen Fahrzeugen wollte man durch neuartige Finanzierungsformen entgegenkommen. Ein Mittel dafür war es, den Verkauf von Neufahrzeugen durch Konsumenten- und Händlerkredite zu fördern. Hierfür wurde eine eigene Bank gegründet,[65] die traditionellen Banken waren zu solchen Krediten nicht bereit. Mit dem System des Konsumentenkredits entstand auch ein Markt für Gebrauchtfahrzeuge, die als Anzahlung beim Neuwagenkauf eingetauscht wurden.

Ein anderes Mittel waren Kaufanreize durch jährliche Facelifts der Modelle. Dabei ging es zumeist nur um kleine Änderungen. Die Facelifts betrafen insbesondere das Karosseriedesign und damit die Prozesskette Presswerk–Rohbau–Lackiererei, die durch die neue Modellpolitik nun an Bedeutung gewann.

Neben der aktiven Beeinflussung von Markttrends war ein weiteres Ziel die möglichst frühzeitige und genaue Ausrichtung der Produktionsplanung an der Marktentwicklung. Sloan schrieb über die Situation, die er bei GM vorgefunden hatte:

> "We knew nothing about the most recent four or six weeks of our car sales, and this gap therefore was filled with the speculation of the protagonists – the statisticians with their trend lines on hand, and the salesmen with their optimistic intuitions on the other." (Sloan 1969: 158)

Eingeführt wurde nun eine regelmäßige monatliche bzw. zehntätige Berichterstattung aus den Divisionen und von Seiten der Händler über den Status der Lagerhaltung an Materialien, die Bestellungen und die Bestände von Neu- und Gebrauchtwagen, um der Zentrale ein genaues Ist-Bild zu vermitteln. Vorbild war in dieser Hinsicht übrigens Ford. Dort hatte man eine entsprechende Berichterstattung schon ab 1908 mit der Gründung der ersten Zweigwerke eingeführt (vgl. O'Brien 2003).

Bei GM wurden darüber hinaus ein Forecasting-System und auf dieser Basis ein System der monatlichen Programmplanung entwickelt, das der operativen Planungen der Werke bezogen auf Zulieferungen, Personal und

65 Die General Motors Acceptance Corporation (GMAC) wurde 1919 als Tochtergesellschaft von GM gegründet.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Schichtsystem zugrunde gelegt wurde. Ein wesentliches Ziel war die Verstetigung der Produktion.

Nach dem Zweiten Weltkrieg übernahmen viele Automobilhersteller – auch Ford, VW und Toyota – Sloans Modellpolitik. Die Ausrichtung der Produktpolitik auf Modelldifferenzierung, jährliche Facelifts und die Dezentralisierung der Produktionsstrukturen hatte erhebliche Konsequenzen auch für die Art und den Verlauf der Automatisierung, wie in späteren Kapiteln deutlich wird.

GMs Geschäftsmodell war in vielem der Gegenpart zu dem von Ford. Mit der Strategie der Economies of Scope wurde gezeigt, dass Modellvielfalt half, neue Wachstumspotenziale zu erschließen. Die Analyse des Kundenverhaltens und der Marktentwicklungen erhielt eine große Bedeutung wie auch die Entwicklung entsprechender Informations- und Prognosesysteme und eines Controllingsystems, das auf die Steigerung des Profits ausgerichtet war.

4.3 Ein Werk für die gesamte Wertschöpfungskette

4.3.1 Strukturen und Prozesse

Der erste Spatenstich für den Bau des Rouge-Werks erfolgte 1917. Als die USA in den Ersten Weltkrieg eintraten, wurde das Werk zunächst für die Produktion von Rüstungsgütern genutzt. Das Gebäude, in dem später die Fahrzeugmontage stattfand, diente zuerst der Serienproduktion von Unterseeboot-Zerstörern. Die Traktorenproduktion wurde 1920 aus einem anderen Werk nach River Rouge verlagert, daneben produzierte das Rouge-Werk den Motor und andere Komponenten als Zulieferteile für das Werk Highland Park und für die Zweigwerke in Nordamerika. Automobile wurden im Rouge-Werk erst ab 1928 gebaut.

Im Zeitraum 1917 bis 1922 erfolgte die Errichtung eines Kraftwerks für die Elektrizitätserzeugung, eines Stahlwerks, eines Walzwerks, von Werken für die Produktion von Glas, Gummi, Lackiermaterialien, einer Lederfabrik, einer Textilfabrik und viele andere mehr. Durch den Kauf von Erzminen, von Wäldern (im Norden der USA) und sogar einer Kautschukplantage am Amazonas für die Produktion der benötigten Rohstoffe – sie wurden mit eigenen Schiffen und Eisenbahnen an die Docks des River-Rouge-Werks geliefert –, brachte Ford auch die Zulieferketten weitgehend unter seine Kontrolle. Lewis (1976) nennt diese Zeit die Phase des

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

„Industriellen Imperiums".[66] Erst 1928 war das Werk fertig ausgebaut. 1932 waren im Werkskomplex River Rouge mehr als 100.000 Beschäftigte tätig.

1927/28 wurde das Werk für die Produktion des T-Nachfolgers umgerüstet. Der Karosseriebau, die Lackiererei sowie die Fahrzeugmontage fanden in dem mehrstöckigen Gebäude („Building B") statt, das für die Produktion der U-Boot-Zerstörer errichtet worden war. Es bot nicht die besten Voraussetzungen für die Montage, aber das Rouge-Werk war eben auch nicht in erster Linie ein Montagewerk, sondern ein Komponentenwerk zur Belieferung der Zweigwerke. Mit Ausnahme von Gebäude B waren alle Gebäude bereits einstöckig gebaut, was inzwischen State of the Art im Automobilbau war.

Van Deventer, Herausgeber der Zeitschrift *Industrial Management*, dessen ausführliche Beschreibung der Abläufe hier für den Gang durch die Gewerke herangezogen wird, schrieb über das Werk, das er 1922 bis 1923 (also in der Anfangsphase) für eine Artikelserie in seiner Zeitschrift untersuchte,

> "The experienced observer of industrial undertakings catches a glimpse of something larger and more significant. He sees these units not only in their impressive individual and astounding collective magnitude, but he also sees each unit as part of a huge machine – he sees each unit as a carefully designed gear which meshes with other gears and operates in synchronism with them, the whole forming one huge, perfectly-timed, smoothly operating industrial machine of almost unbelievable efficiency." (van Deventer 1922: 131f.)

Van Deventer hob insbesondere die Transporttechniken hervor:

> "Materials move and men stand still. In this age of perfected conveying machinery, the biggest cost savings of today and tomorrow are likely to come from moving rather than from making. This is the decade of mechanical transportation." (van Deventer 1923 b: 259)

Van Deventers Darstellung der Produktionsabläufe zeigt – unterlegt mit einer Vielzahl von Fotos – den hohen Stand der Automatisierung in den Gewerken.

Das zentrale Ziel war, den Verlautbarungen des Unternehmens zufolge, die Verkürzung der Durchlaufzeiten. Von der Entladung des Eisenerzes am Dock des Werks bis hin zu der Fertigstellung des Fahrzeugs in einem (300 Meilen

66 Das von Ford initiierte Kautschukplantagenprojekt „Fordlandia" in Brasilien erwies sich allerdings als wirtschaftliche Katastrophe für das Unternehmen (Grandin 2009).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

von Detroit entfernten) Zweigwerk dauerte es nach Angaben des Unternehmens 50 Stunden, darin eingeschlossen waren die prozesstechnisch bedingten Wartezeiten sowie Verlade- und Transportzeiten per Bahn. Im Rouge-Werk selbst betrug die Zeit von der Erzanlieferung bis zum Versand lediglich 26 Stunden.[67]

Abbildung 23 beschreibt diese Prozesse und ihre Dauer entlang der Prozesskette der Herstellung des Motors bis zur Übergabe des kompletten Fahrzeugs an den Kunden.

Abbildung 23: Vom Eisenerz zur Kundenauslieferung in 50 Stunden – Durchlaufzeiten im River-Rouge-Werk und bis zum Käufer (1929)

Montag 08:00 Uhr	Dienstag 00:10 Uhr	Dienstag 01:10 Uhr
Ein Frachter mit Eisenerz legt am Entladedock des Werks an. Die Fracht wird entladen und auf Förderbändern zu den Hochöfen transferiert. Dieser Prozess dauert 10 Minuten.	Innerhalb von 16 Stunden wurde das Erz zu Roheisen geschmolzen und im Anschluss im noch flüssigen Zustand an die Gießerei transportiert. Dort wird es mit dem erforderlichen Anteil an Alteisen durchmischt und in Formen abgegossen. Dies dauert knapp 1 Stunde.	Per Förderband werden die Gussformen an die Gießstationen transportiert, das flüssige Metall wird in die Zylindergussformen gefüllt. Die Zylinderblöcke werden im Anschluss aus der Form gelöst, gekühlt und gereinigt. Der Kühlungs- und Reinigungsprozess dauert durchschnittlich 5 Stunden.
Dienstag 06:10 Uhr	**Dienstag 08:50 Uhr**	**Dienstag 10:50 Uhr**
Nun erfolgt der erste Prozessschritt der Mechanischen Fertigung. Er findet innerhalb der Gießerei statt und ist in Ford'scher Manier als Fließfertigung organisiert. Dieser Prozess dauert 2 Stunden und 40 Minuten.	Für die Montage und den Test des Motors sind 2 Stunden erforderlich. Abgesehen von dem Einlaufen („running in") des Motors und den Motortests erfolgen alle Prozessschritte als Fließprozess.	Der fertige und geprüfte Motor wird vom Förderband auf einen Güterwaggon geladen und an ein Montagewerk versandt. Der Beförderungs- und Verladungsprozess dauert ca. 10 Minuten.
Mittwoch 06:35 Uhr	**Mittwoch 07:10 Uhr**	**Mittwoch Vormittag**
Inzwischen sollte der Motor einen 300 Meilen entfernten Montagestandort erreicht haben. Es dauert ca. 35 Minuten, den Waggon zu entladen und den Motor auf das Fließband zu befördern.	Die Komplettmontage des Fahrzeugs dauert 1 Stunde. Um 8:10 Uhr steht das Fahrzeug für den Händler parat.	Noch am frühen Vormittag hat der Händler das Fahrzeug empfangen und bar bezahlt. Somit vollzieht sich in ca. 50 Stunden eine Umwandlung von Rohstoffen in bares Geld. Davon werden 24 Stunden allein für den Transport und die Abwicklung aufgewendet.

Quelle: Winnewisser (1999: 98f.); eigene Übersetzung

Die detailliertere Darstellung der Etappen (Winnewisser 2005: 98f.) zeigt auch, worauf es dem Unternehmen zu dieser Zeit ankam: hohe Durchlaufgeschwindigkeit und reibungslos ineinandergreifende Prozesse.

67 1940 lag die Durchlaufzeit im Rouge-Werk bei 28 Stunden. (Vgl. Ford Archive Collections, Document THF113889: Ford Rouge Plant Pictorial Flow Chart, „Complete Car Can Be Built in 28 Hours", 1940. https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digital-collections/artifact/87230/ (letzter Zugriff: 10.01.2022).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Struktur des Werks im Jahr 1937 und zeigt, bezogen auf die Anzahl der Beschäftigten, die Größenordnung und Proportionen der Gewerke.

Tabelle 6: Beschäftigtenstruktur nach Produktionsbereichen im River-Rouge-Werk (Oktober 1937)

Gewerk	**Beschäftigte**	**%-Anteil an Gesamt**	
1. Hochofen und Walzwerk („Rolling Mill and Open hearth“)	8.193	9,7 %	Vorprodukte und Support 31.315 Beschäftigte (37,2 %)
2. Werkzeug- & Vorrichtungsbau („Toolrooms“)	5.131	6,1 %	
3. Werksanlagenbau	3.515	4,2 %	
4. Verschiedenes (Glaswerk u.a.)	14.476	17,2 %	
5. Gießerei	12.254	14,6 %	Kerngewerke Motoren, Achsen, u.a. 36.267 Beschäftigte (43,1 %)
6. Mech. Bearbeitung der Gussteile („Foundry Machine Shop“)	3.952	4,7 %	
7. Schmiedeteile, Federungen, Kleinteile („Spring and Upset Building“)	5.484	6,5 %	
8. Motorenbau („Motor Building“)	14.577	17,3 %	
9. Presswerk („Pressed Steel Building“)	7.046	8,4 %	Kerngewerke Montagewerk 16.514 Beschäftigte (19,6 %)
10. Fertigung & Montage der Karosserie, div. Chassiskomponenten und Fahrzeugendmontage („B Building“)	9.468	11,3 %	
Gesamt	84.096	100 %	

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Bailer (1943)

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Gewerke des Fahrzeugbaus, wie sie heutigen Montagewerken entsprechen, nur einen geringen Teil der Belegschaft des Rouge-Werks ausmachten. Die Hauptfunktion des Werks bestand in der Belieferung der Zweigwerke mit Fahrzeugteilen und Aggregaten (Motoren, Getriebe u.a.). Auf diese Funktion hin war auch das Presswerk ausgelegt. Auf die Produktion kompletter Fahrzeuge aus der Rouge-Produktion hin dimensioniert waren nur der Karosseriebau, die Lackiererei und die Fahrzeugmontage. Sie hatten zusammen lediglich einen Anteil von 11 % an der Rouge-Belegschaft.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Zum Produktionssystem des A-Modells gehörten damit auch weiterhin die Zweigwerke. 1928 gab es neben dem Rouge-Werk 34 Montagewerke in den USA (im Ausland waren es weitere elf) (Henry 1959: 80). Von den 33 Zweigwerken produzierte nur ein Drittel mehr als 100.000 Fahrzeuge im Jahr, die übrigen oft nur wenige 10.000 im Jahr.[68] Die Werke erhielten zerlegte (Knocked Down) Fahrzeugsätze aus dem Rouge-Werk.[69] Waren die Zweigwerke zunächst noch für eine stationäre Montage ausgelegt gewesen, erfolgte der Zusammenbau dort inzwischen auch an Fließbändern. Auch waren die in den Zweigwerken errichteten Gebäude nun einstöckig gebaut und sie waren logistisch unmittelbar an das Schienennetz angebunden. Die Investitionen für die Modernisierung der Zweigwerke lagen zusammengenommen auf etwa auf der gleichen Höhe wie die für das Werk River Rouge, was die Bedeutung unterstreicht, die ihnen im Rahmen des Ford-Systems beigemessen wurde. Es ist aufgrund des geringen Produktionsvolumens kaum anzunehmen, dass in diesen Werken groß in Automatisierungstechniken investiert wurde. Offensichtlich war das Fordsche Produktionssystem in dieser Beziehung *nicht* auf Economies of Scale, sondern auf die Nähe zu den Kunden ausgerichtet.

Als das Werk River Rouge begann, Automobile zu produzieren, sah Henry Ford bereits die Nachteile der Größe des Werks und der Wirkungen, die es auf das Landleben hatte, von wo die Arbeiter wegzogen, um in dem großen Werk ihr Geld zu verdienen. Er entwickelte nun die Vision, Landleben und Industriearbeit wieder in Einklang miteinander zu bringen. Das Rouge-Werk hatte dem am Anfang des Jahrhunderts vorherrschenden Verständnis entsprochen, wonach größere Fabriken auch höhere Effizienz bedeuten. Ford stellte sich nun die Frage, ob ein weniger großes Werk in Verbindung mit einer Vielzahl, im regionalen Umfeld gelegener kleiner Fabriken nicht doch wirtschaftlicher arbeiten würde als wenige Großfabriken in den industriellen Ballungsgebieten. Diese Möglichkeiten wollte er mit dem sog. Village-Industries-Programm erproben. Die ersten Gründungen erfolgten schon Ende der 1910er Jahre, in den 1920er und 1930er Jahren folgten weitere (Segal 2008). Die Fabriken produzierten Kleinteile, später vor allem elektromechanische Komponenten und umfassten jeweils einige Dutzend bis einige hundert Beschäftigte. Als Energiequelle wurde die Was-

68 Quelle: MAFCA Research – Assembly Plants. Compiled by S. Pargeter. https://www.mafca.com/data_aplants.html (letzter Zugriff: 20.07.2021)

69 Über die Organisation der Produktionsprozesse in den Zweigwerken gibt es kaum Informationen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

serkraft bevorzugt. Insgesamt wurden rund 30 solcher Werke, verstreut über mehrere US-Staaten, errichtet. 18 bis 20 von ihnen lagen in einem Umkreis von 50 Meilen um Detroit (vgl. Segal 2008; vgl. auch Hooker 1997).

Das Programm wurde nach 1945 eingestellt, als man unter Henry Ford II, seinem Nachfolger, begann, mit spitzerem Bleistift zu rechnen. Die Mehrzahl der Werke wurden nach und nach geschlossen.

4.3.2 Gang durch die Gewerke[70]

(1) Gießerei

Im Werk River Rouge wurde eine Gießerei von viel größeren Dimensionen als in Highland Park errichtet und 1922 in Betrieb genommen. (Zum Folgenden van Deventer 1922;1923a; 1923b) Zum Zeitpunkt, als van Deventer die Gießerei untersuchte, produzierte sie für eine Tagesproduktion von 4.000 T-Modellen und 500 Traktoren und versorgte die Ford Werke in den USA mit allen Gussteilen aus Eisen, Messing, Bronze und Aluminium. Die Schmelze kam zum guten Teil direkt aus den Hochöfen im Werk. Die Gießerei war laut van Deventer "the largest and most completely mechanicalized foundry in the world. (van Deventer.: 1923a: 67) Der Prozess von der Herstellung der Formen über das Gießen bis zur Reinigung der Gusssteile war vollständig als kontinuierlicher Fertigungsfluss organisiert.

Die Herstellung der Formen erfolgte zum größten Teil durch Maschinen, die Werkstücktransporte durch Fördereinrichtungen. Das Eingießen der Schmelze geschah demgegenüber manuell, wie Abbildung 24 zeigt. Fast die Hälfte der Arbeiter in der Gießerei war afroamerikanischer Herkunft – mehr als in jedem anderen Bereich des Rouge-Werks. Auf die Rolle der Schwarzen wird später in diesem Kapitel noch zurückgekommen.

70 Eine Artikelserie der Zeitschrift *Industrial Management* von John van Deventer in den Jahren 1922–1923 beschreibt das Werk sowie die Arbeitsgänge. Auch die Memoiren des Ford-Ingenieurs Charles Sörensen sind eine wichtige Quelle, ebenso der zweite Band von Nevins/Hill (1957). Die wichtigsten Quellen für die 1930er Jahre waren Barclay (1936), dessen Buch genaue Prozessbeschreibungen teilweise mit Layout-Skizzen zu den Gewerken enthält, sowie der Bildband von Bryan (2003).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 24: Gießerei-Arbeiter im Werk River Rouge (1933)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

(2) Mechanische Fertigung des Zylinderblocks

Was den Ablauf im Werk River Rouge von dem im Werk Highland Park unterschied, war vor allem der noch mehr auf Fließfertigung ausgelegte Transport zwischen den Stationen. Im Verlauf der Bearbeitung mussten die Werkstücke, wie van Deventer sorgfältig notierte, insgesamt 15-mal manuell auf jeweils ein anderes Transportband umgesetzt werden. (van Deventer 1923c) Seine Darstellung verweist im Grunde schon auf den bald folgenden Entwicklungsschritt der Automatisierung. Mit ihm wurden die diversen Einzweckmaschinen zu Transfermaschinen zusammengeschlossen, wobei der Transport der Werkstücke innerhalb der Maschine automatisch erfolgte.

Die extreme räumliche Verdichtung der Bearbeitungsprozesse, die schon im Highland Park Werk zu beobachten war, wurde mit Blick auf das Ziel der Minimierung von Zwischenlagern („cutting to the bone of the stock in process", so formuliert es van Deventer 1923b:259) um kontinuierlich fließender Prozesse zu gewährleisten, beibehalten. Er verweist zugleich auf die Vorteile, die dies aus Sicht des Managements bezogen auf die Beschäftigten mit sich brachte.

> "Still another production economy may be attributed to these systems and that is the elimination of any possibility of loafing or soldiering· on the job when each operator is faced with the necessity of keeping up

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

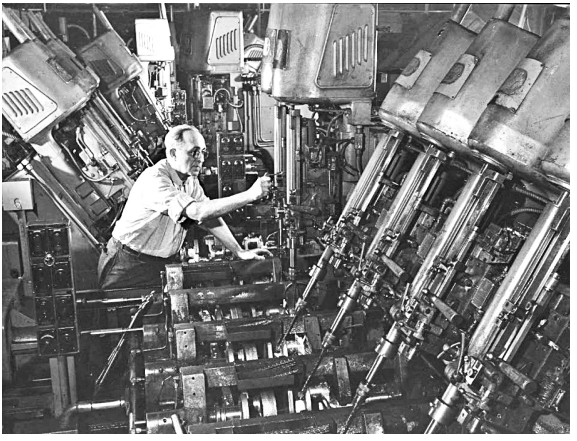
with the procession or else seeing his stock piled up to a point where it becomes distinctly noticeable by the immediate management." (Ebd.)

Diese Aussage klingt, als stamme sie von Taichi Ohno, dem Begründer des Toyota Produktionssystems (aber dazu später noch in Kapitel 6)

Mit einer weiteren Anmerkung gibt van Deventer einen Einblick in Überlegungen, die dem Management des Werks bei der Auslegung der Prozesse wohl nicht nur im Bereich der Mechanischen Fertigung umgetrieben haben mögen.

„An old time machinist might feel himself decidedly cramped if confined to the space allotted him in this machine shop. Inasmuch as the majority of operators at River Rouge, however, are specialists who perhaps have never even seen a machine tool before their employment by the Ford Company, they have no precedents or ingrained habits with respect to tool operation and they soon become accustomed to carrying on their operations in the space provided which in all cases is carefully figured to avoid the drawback of actual crowding." (Ebd.)

Abbildung 25: Transfermaschine für Kurbelwellenbohrungen im Werk River Rouge (1936)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Die ersten Transfermaschinen (auch als „Transferstraße" bezeichnet) wurden bei Ford in den 1930er Jahren eingesetzt (Hounshell 2000: Abbildung

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

25 zeigt eine Transfermaschine für Bohroperationen am V8-Motor im Jahr 1936.

Die in der Abbildung gezeigte Anlage führte die Bohrungen des gesamten Ölungssystems an der Kurbelwelle in einer kontinuierlichen Arbeitsabfolge durch. Die Anlage bildete den Übergang von einer physischen Kontrolle der Produktionsprozesse hin zu automatischen Steuergeräten, die bereits über pneumatisch betriebene Regler verfügten. Der Technologiesprung in der Steuerungstechnologie in den 1950er deutete sich hier bereits an, wie Beniger in seiner Studie über die Entwicklung der Informationstechnologie schreibt:

> "This innovation, developed in factories without benefit of supporting theory, brought automatic control to many industrial processes previously difficult to regulate at all, even manually. Development of pneumatic transmitters in the mid-1930s brought the stillfamiliar centralized control rooms with their heavily instrumented control panels by the end of the decade." (Beniger 1986: 301)

Die Motormontage im Anschluss an die Mechanische Fertigung erfolgte noch manuell an Fließbändern, wobei teilweise pneumatische oder elektrisch angetriebene Werkzeuge verwandt wurden,[71] teilweise aber noch rein manuell gearbeitet wurde (Barclay 1936: 132). Das Foto der Montagelinie für den V8-Motor in Abb. 26 ist dafür ein Beleg).

71 In 32 der insgesamt 160 einzelnen Montageoperationen wurden entweder pneumatische oder elektrisch angetriebene Werkzeuge benutzt (Barclay 1936).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 26: Montagelinie für den V8-Motor im Werk River Rouge (1937)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Insgesamt gab es im Motorenbau des Rouge-Werks 1937, wie aus Tabelle 6 hervorgeht, fast 15.000 Beschäftigte.

(3) Presswerk

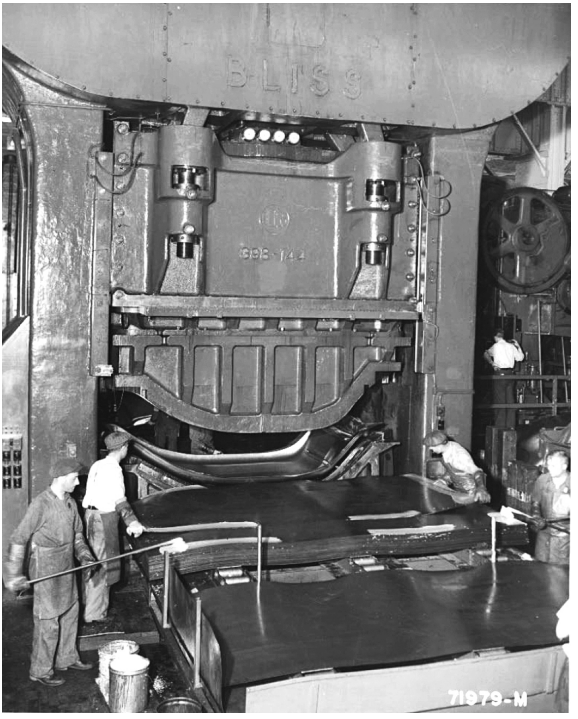
Mit dem Übergang zur Stahlkarosserie wurde ein neues Kapitel im Automobilbau aufgeschlagen. Mit dem Presswerk, Karosseriebau und auch der Lackiererei entstanden ganz neue Gewerke: Blechumformen und Schweißen wurden zu Kerntechniken im Automobilbau – und sie wurden unmittelbar zu einem Schwerpunktbereich für Automatisierungsmaßnahmen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Nachdem in der Mechanischen Fertigung die Arbeit bereits weitgehend automatisiert wurde, eröffnete sich dafür hier ein weites neues Feld.

1937 gab es im Werk 4000 Pressen, die 2000 unterschiedliche Teile herstellten. Bei den Pressen handelte es sich zum Teil um Riesenkolosse, deren Anblick großen Eindruck auf die Besucher machte. Die Presswerkzeuge wogen bis zu 30 Tonnen; die Pressen selbst bis zu 450 Tonnen (ebd: 123).

Abbildung 27: Pressen des Dachteils (1939)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Das Herzstück jeder Presse ist das Werkzeug. Es ist (und ist auch heute) der Inbegriff einer Einzwecktechnik. Für jedes einzelne Blechteil und für jede Einzeloperation wurde ein eigenes Werkzeug benötigt. Mittels dieser Werkzeuge werden die Blechteile geschnitten, gestanzt, gelocht und tiefgezogen.

Die Anzahl von Werkzeugen nahm mit der Ausdifferenzierung der Modelle und Varianten später noch weiter zu. Mit der Einführung der Stahlkarosserien erfuhren die Tool and Die Makers (Werkzeugmacher)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

einen starken Bedeutungszuwachs. Der Bau der Werkzeuge erfolgte im Werkzeugbau, einer riesigen Halle (vgl. Abbildung 28), in der hunderte von Personen, überwiegend Werkzeugmacher, tätig waren, wobei hier nicht nur Presswerkzeuge hergestellt wurden, sondern ebenfalls Vorrichtungen und Spezialmaschinen auch für andere Bereiche.

Abbildung 28: Werkzeugbau im Presswerk, River Rouge (1928)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

(4) Karosserierohbau

Bei Ford war man in Vorbereitung eines eigenen holzbasierten Karosseriebaus noch Ende der 1910er Jahre tief in die Holzwirtschaft eingestiegen, hatte Wälder im Norden des Staates Michigan gekauft und ein Transportsystem organisiert. Mit der Stahlkarosse ging ein großes Spektrum an Tätigkeiten und Qualifikationen verloren.[72] Die Stahlkarosse bot das Arbeitsfeld für eine nun stark anwachsende Tätigkeitsgruppe, die Schweißer. Zuvor hatte das Schweißen noch keine wichtige Rolle im Automobilbau gespielt, das Zusammenfügen von Blechteilen erfolgte zumeist durch Nieten, Löten und Nageln.

72 Welch große Umwälzungen mit dem Übergang zur Stahlkarosse einhergehen, wird aus einer detaillierten Darstellung von Bönig über den Holzkarosseriebau der Daimler Motoren Gesellschaft im Werk Sindelfingen in den 1920ern deutlich (vgl. Bönig 1993: 488f).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

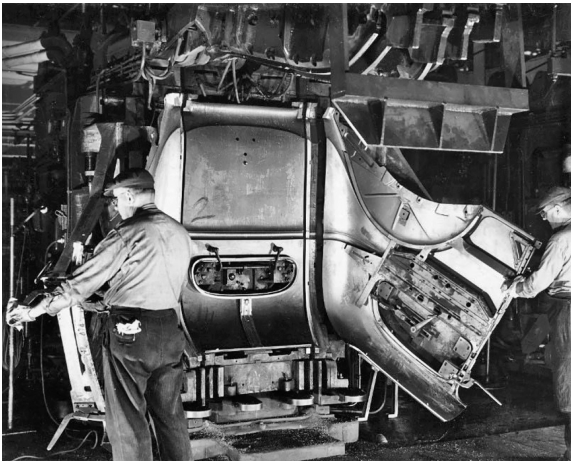
Der Leitspruch im Karosseriebau war, wie Barclay, der das Werk Mitte der 1930er Jahre untersuchte, berichtet: „Do it automatically!“ In der Halle gab es 600 Schweißmaschinen, die das Verschweißen bereits automatisch besorgten[73]–

> “and if any one of them isn’t fully automatic, then someone must have overlooked it!” (Barclay 1936: 82)

Den größten Eindruck machten auf Barclay aber die „Monster Welders“, hierbei handelte es sich um Vorrichtungen für die automatische Verschweißung größerer Blechteile der Karosserie. Er schreibt:

> “One of the most impressive sights is the rear body assembly. Here the rear panel and two quarter panels (sides) are placed in huge (...) welding machines, a man pushes a button, the machine closes, there is a shower of sparks, and the three sections are welded into one (...) in seven seconds.” (Barclay 1936: 83f.)

Abbildung 29: Vorbereitung zur Verschweißung der Hinterwagen-Karosserie in einer der Monster-Schweißmaschinen



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

73 In diesen Anlagen, auch als Schweißpressen (Multiwelder) bezeichnet, werden die Blechteile aneinandergepresst und anschließend durch eine Vielzahl von Schweißpunkten zusammengeschweißt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Vielfach wurden aber auch manuell geführte Schweißgeräte eingesetzt, halbautomatische Vorrichtungen wie die Schweißpistolen (Welding Guns). Barclay beobachtete: „There is a veritable forest of single spot welders, working on floor pans, front and body assemblies, and other jobs." (Ebd.: 82) Die Arbeit der Schweißer erfolgte strikt im Takt :

> "The welders are all controlled by synchronous timers so that the operator has no control over the time, pressure, or anything else except the part which he inserts in the machine." (Barclay 1936: 82f.)

Neben dem Punktschweißen wurde vielfach auch das Nahtschweißen eingesetzt. Abbildung 30 zeigt die Nahtverschweißung einer Blechhaube, die an einem Aufbaubock fixiert wurde.

Abbildung 30: Nahtschweißer im Karosseriebau des Werks River Rouge (1936)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Automatisierung des Schweißens trug erheblich zur Kostensenkung und zur Qualitätsverbesserung bei. Darüber hinaus waren durch die Einführung der Stahlkarosserie andere und weniger zeitaufwendige Lackierverfahren möglich. Zugleich engten die hohen Kosten für Werkzeuge und Pressen aber den Spielraum für eine höhere Modellvielfalt und Veränderungen an der Karosserie ein, um dem Kundengeschmack entgegenzukommen, ein (Abernathy 1978: 183f.).

Weitreichende Implikationen für den Automobilbau hatte die schon bald folgende Entwicklung von selbsttragenden Karossen (One-Unit Bodies oder auch Unibodies). Dies war eine neue Art der Karosseriekonstruktion und zugleich eine neue Herstellungsmethode. Sie integrierte das Chassis und den Fahrzeugaufbau zu einer sich selbst tragenden Struktur. Durch diese Konstruktionsweise konnten die Höhe und das Gewicht der Fahrzeuge reduziert und der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden. Die Bauweise hatte aber auch Nachteile sowohl in Bezug auf das Produkt als auch, was die Herstellung anbetraf. Die Konstruktion erschwerte es, die Karosse gegenüber vibrationsbedingten Dröhngeräuschen zu isolieren. Größere Styling-Änderungen wurden zudem teurer als früher, als man noch den Aufbau (Body) verändern konnte, ohne etwas am Chassis zu verändern (Abernathy 1978: 93f.).

Um 1960 machten Unibodies rund die Hälfte der Fahrzeuge auf dem US-Markt aus, aber Ford und auch GM wechselten danach teilweise wieder zurück zu einer Trennung von Body und Chassis. Hauptgrund war die größere Gestaltungsfreiheit sowohl bei der Produktion unterschiedlicher Modelle auf der gleichen Linie als auch aufgrund der geringeren Kosten für die jährlichen Facelifts (vgl. Abernathy 1978: 193f.).

Fragen der Karosseriekonstruktion und der Fertigungsverfahren wurden, wie in den späteren Kapiteln deutlich werden wird, von nun an immer mehr zu einem zentralen Treiber von Veränderungen in der Produktion und zu einem Innovationsschwerpunkt.

(5) Lackiererei

Mit der Einführung der Ganzstahlkarosserie änderten sich auch die Techniken und Abläufe in der Lackiererei grundlegend. An die Stelle eines manuellen Auftrags der Lackierung traten nun Beschichtungs-, Abkühlungs-, Trocknungs- und Reinigungsprozesse. Zugleich wurden aber auch noch viele Tätigkeiten manuell durchgeführt. Alle Prozesse verliefen in Fließfertigung. Für den Fall, dass an einzelnen Fahrzeugen Nacharbeiten durchge-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

führt werden mussten, wurden diese außerhalb der Linie durchgeführt; im Anschluss durchliefen die Karossen die entsprechenden Lackierprozesse erneut. Für die Stahlkarosse gab nun es die Wahl zwischen unterschiedlichen Farben.

Der Lackverbrauch war horrend. „Air pollution is not considered a serious threat to health", schreibt Bryan (1973: 173).

(6) Fahrzeugmontage

Im Folgenden soll nur ein kurzer Blick auf die Ablaufstruktur und einige Arbeitsstationen bei der Montage eines V8-Modells geworfen werden.[74]

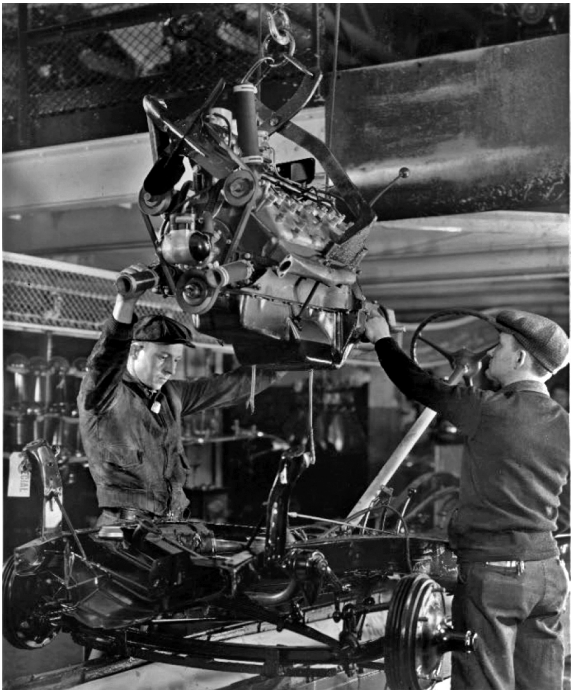
Die Montage des Fahrwerks und die Karosseriemontage erfolgte zunächst auf gesonderten Linien. Beim Fahrwerk begann die Montage mit dem Einbau der Kabel für die elektrischen Anschlüsse. Einige Stationen weiter wurde der Motor, der per Kettenförderer angeliefert wurde, eingebaut. Abbildung 31 zeigt diesen Vorgang.

Der Vorgang wurde durch ein Handhabungsgerät unterstützt, dennoch erforderten das Absenken des Motors und das Einsteuern in die Einbauposition, wie das Bild deutlich macht, eine hohe Konzentration und war eine anstrengende Überkopfarbeit.

74 Die Darstellung erfolgt auf Basis eines Bildbandes von Barclay (1936); Beschreibungen der Produktionsabläufe in der Literatur sind ganz im Gegensatz zum Werk Highland Park Mangelware. Die Layout-Skizzen bei Barclay (ebd.: 93) geben einen groben Überblick über den Fertigungsablauf.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 31: Einbau des Motors in das Chassis im Werk River Rouge (1936)



Quelle: From the Collections of The Henry Ford

In den anschließenden Stationen erfolgten die Befestigung des Motors an den Chassis-Rahmen sowie das Anbringen von Anbauteilen. Das Foto (Abbildung 32) bietet den Eindruck einer olympiareifen Produktionsmannschaft, die gleiche Altersgruppe von jungen Männern, darunter nur sehr wenige Schwarze. Die Stationen waren dicht besetzt und die Beschäftigten arbeiteten auf sehr engem Raum zusammen. Die Teile wurden von Kettenförderern angeliefert. An vielen Stellen befanden sich elektrisch oder pneumatisch angetriebene Handwerkzeuge.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 32: Arbeiten an der Chassis-Linie im Werk River Rouge (1934)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

Parallel zu den Arbeiten am Chassisband erfolgte die Montage von Anbauteilen an der Karosserie (Body). Die Vereinigung des Chassis mit der Karosserie erfolgte in Station 32 des Chassis-Bands. Dieser Prozess war im Prinzip ähnlich gestaltet wie der Body Drop aus der Frühzeit von Highland Park. Die Karossen kamen aus dem Stockwerk oberhalb und wurden mithilfe einer Seilwinde an einer Haltevorrichtung auf die Chassis-Linie heruntergelassen. Auch hier war es ein Vorgang, der offensichtlich viel Jonglieren und Feinsteuerungsarbeit erforderte.

Die Fahrzeugendmontage erfolgte auf den letzten zehn Stationen. Die nun auf Rädern stehenden Fahrzeuge wurden auf einem Plattenband befördert, das zugleich als Arbeitsplattform diente und auf dem die Arbeiter restliche Arbeiten durchführten (Barclay 1936: 113f.).

Die Strecke von der ersten Station der Chassis-Linie bis zur letzten Station der Endmontagelinie umfasste 41 Stationen und auch im – hier nicht betrachteten –Bereich der Karosseriemontagebefanden sich nicht viele Stationen. Insgesamt waren es weit weniger als in späteren Montagewerken, wo weit mehr Stationen vorzufinden waren. Die Fahrzeugmontage im Rouge-Werk war also immer noch ein vergleichsweise übersichtlicher Prozess.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 33: Der Body Drop beim Modell A im Werk River Rouge (1932)

Quelle: From the Collections of The Henry Ford

4.4 Automatisierung und Produktivität

Wie beim Gang durch die Gewerke deutlich wurde, waren im Rouge-Werk noch einmal erheblich mehr und technisch fortgeschrittenere Maschinen und Anlagen im Einsatz als im Highland Park Werk. Dies betraf vor allem die Bereiche der Mechanischen Fertigung. Die in den 1950er Jahren bei Daimler-Benz durchgeführte Studie, über die in der Einleitung berichtet wurde, hatte gezeigt, dass der Automatisierungsgrad dort bereits vor und während des Zweiten Weltkriegs bei 60 bis 80 % gelegen hatte (Moll 1961: 58). Es kann angenommen werden, dass er im Rouge-Werk mindestens ebenso hoch lag. Die Gießerei war, wie van Deventer schon über den Stand 1922 berichtet, bereits zu einem erheblichen Grad automatisiert. Die Darstellungen zeigen darüber hinaus auch beim Pressen einen hohen Automatisierungsstand, und auch im Karosseriebau waren viele Tätigkeiten bereits durch Schweißmaschinen automatisiert. Bei den Montagetätigkeiten erfolgte die Arbeit weiterhin manuell, wobei hier aber auch bereits Handmaschinen wie Punktschweißgeräte, Akkuschrauber u.a. eingesetzt wurden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Manuelle Transport- und Handhabungstätigkeiten waren durch Ausbau der Fördersysteme noch weiter reduziert worden.

Wie haben sich die beschriebenen Maßnahmen auf die Produktivität ausgewirkt? Grundlage für das Folgende sind Unterlagen, die von den Ford Motor Company Archives bereitgestellt wurden.[75] Wie Tabelle 7 zeigt, wurden im Durchschnitt der betrachteten Jahreszeiträume im Rouge Werk rund 850 Tausend Fahrzeuge hergestellt, dies aber bei starken Schwankungen. Die Zeit von 1934 bis 1937 war (neben den Jahren 1929 und 1930) die erfolgreichste Periode des Rouge Werks, der Gipfelpunkt war 1936/37 mit einer Jahresproduktion von 1,2 Millionen Fahrzeugen. Dies war auch die Zeit als die deutsche Delegation, die das Volkswagenwerk vorbereitete, das Werk besuchte. Aber 1937/38 ging die Produktion dann auf nur etwas mehr als 500 Tausend Fahrzeuge zurück. Der stärkste Einbruch in der Zeit der Weltwirtschaftskrise von 1931 bis 1933 wurde nicht in die Berechnung einbezogen.

*Tabelle 7: Produktivität (Std./Fzg.) im Werk River Rouge und in Zweigwerken (1933-1938)**

Werk	**Produktion Anzahl p.a.**	**Stunden pro Fzg. Direkte**	**Stunden pro Fzg. Indirekte**	**Stunden pro Fzg. insgesamt**
River Rouge	861.000	60	64	123
Zweigwerke	654.000	32	26	59

* Durchschnittswerte von vier Zwölf-Monats-Zeiträumen in der Periode vom 1.10. bis 30.9. für 1933-34, 1934-35, 1936-37, 1937-38.

Quelle: From the Collections of The Henry Ford Acc. 157, Box 240: Rouge plant – hours per unit comparison)

75 Coronabedingt war es nicht möglich, eigene Untersuchungen in den Ford Motor Company Archives in Detroit durchzuführen. Bei den zur Verfügung gestellten Unterlagen handelt sich um zumeist handschriftliche Unterlagen über die durchschnittliche Anzahl der Stunden pro Fahrzeug für einige Zwölf-Monats-Zeiträume (Oktober bis September) in den 1930er Jahren für das Werk River Rouge und für die Zweigwerke. Die Angaben beruhen zumeist auf einer einfachen Rechnung: Anzahl Beschäftigte bzw. Beschäftigtenstunden geteilt durch die Anzahl der produzierten Fahrzeuge. Sie sind in der Regel aufgeschlüsselt nach den Zweigwerken und dem Werk River Rouge sowie nach direkten (Production Labor) und indirekten Beschäftigten im Arbeiterbereich (Non-Production Labor). Detailliertere Produktivitätsdaten, so die Auskunft, existieren nicht. Anscheinend war zu dieser Zeit das Interesse an detaillierten Analysen der Produktivitätsentwicklung noch nicht so groß.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In den zehn bis fünfzehn Zweigwerken (die Anzahl schwankte), die in den betrachten Zeiträumen Fahrzeuge aus Teilesätzen des Rouge Werks zusammenbauten, wurden insgesamt rund 650 Tausend Fahrzeuge fertiggestellt.

Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, wurden im Durchschnitt in den betrachteten Jahresperioden im Rouge Werk rund 120 Stunden je Fahrzeug benötigt, etwa die Hälfte davon für direkte, die andere Hälfte für indirekte Tätigkeiten; in den Zweigwerken waren es knapp 60 Stunden mit einem höheren Anteil an direkten Tätigkeiten. Bei diesen Werten sind eine Vielzahl von Faktoren zu berücksichtigen, wenn man sie mit anderen Werken vergleichen will. Im Falle von River Rouge war es die große Fertigungstiefe, die auch Produktionsstufen einschloss, die außerhalb der üblichen Abgrenzungen der Automobilindustrie lagen; hinzu kam das Arrangement des Zweigwerkssystems, das für das Rouge-Werk nur eine begrenzte Zahl vollständig fertigzustellender Fahrzeuge vorsah. Dazu kamen weitere Faktoren, die hier nicht mehr einzeln aufgeführt werden sollen. Unter diesen Umständen erscheint nur eine sehr grobe Schätzung möglich. Danach lag das Produktivitätsniveau des River Rouge Werks Mitte der 1930er in etwa auf dem gleichen Niveau wie das in Highland Park zuletzt mit dem Modell T erreichte, als um die 50 Stunden pro Fahrzeug Mitte der 1920er Jahre. Der Arbeitsumfang bei dem zu dieser Zeit produzierten V-8 Modellen war allerdings sehr viel höher und durch die Stahlkarosse waren neue Gewerke hinzugekommen. Der Produktivitätszuwachs, der sich aus der hohen Integration der Abläufe und der hohen Automatisierung ergab, wurde also weitgehend von dem zusätzlichen Arbeitsumfang, den das Produkt erforderte, absorbiert.

Über die Produktionsabläufe in den Zweigwerken liegen zu wenig Informationen vor als das aus den vorliegenden Werten Schlussfolgerungen gezogen werden könnten.

4.5 Industrielle Beziehungen als Konfliktfeld

4.5.1 Krise und Gründung der UAW

Das Werk River Rouge war nicht nur Ort der Zusammenballung enormer Produktivkräfte und industrieller Macht, sondern auch eine Arena für den Kampf der Gewerkschaft um ihre Anerkennung als Interessenvertretung der Beschäftigten. Dieser Kampf, überlagert von Auseinandersetzungen zwischen Arbeitern afroamerikanischer Herkunft und Arbeitern mit weißer

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Hautfarbe, hinterließ tiefe Spuren, die auch in der Nachkriegszeit noch fortwirkten.

Als die Krise im Herbst 1929 hereinbrach und andere Unternehmen bereits Massenentlassungen vornahmen, schien bei Ford die Beschäftigung noch sicher zu sein. Hier hatte man beschlossen, sich quasi-keynesianisch dem Krisendruck entgegenzustellen. Mitten in den größten Turbulenzen nach Ausbruch der Weltwirtschaftskrise verkündete das Unternehmen (am 1. Dezember 1929) die Anhebung des Mindestlohns auf sieben US-Dollar pro Tag. Diese Maßnahme war weltweit eine ebenso große Sensation wie die Verkündung des Fünf-Dollar-Lohns 1914.

Aber auch Ford konnte dem Druck der Weltwirtschaftskrise letztlich nicht standhalten. Der Sieben Dollar Lohn hielt zwei Jahre lang, dann wurden die Löhne, wie zuvor bei den anderen Automobilherstellern abgesenkt, und schließlich (1932) stellte man die Produktion monatelang fast vollständig ein. Die Beschäftigten gingen in den Layoff – mit dem relativ vagen Versprechen, wenn die Produktion wieder aufgenommen wird, wieder zurückkommen zu können. Die Stilllegung der Produktion in den Automobilbetrieben führte angesichts fehlender sozialer Absicherung der Arbeiter zu einer extremen Existenznot in Detroit. Das Rouge-Werk wurde zum Ziel eines Hungermarsches von Hunderttausenden, der vor den Werkstoren gewaltsam aufgelöst wurde; es gab Tote und Verletzte. Die Frage der Automatisierung wurde nun aus einem anderen Blickwinkel gesehen. Viele sahen in ihr die Ursache für die hohe Arbeitslosigkeit. Forderungen nach Verkürzung der Arbeitszeit und Work-Sharing kamen auf, stießen auf Unternehmensseite jedoch auf taube Ohren.

Erst ab 1933 begann der Anstieg, und die Arbeiter kamen aus dem Layoff zurück, soweit sie nicht inzwischen eine andere Arbeit gefunden hatten. Das Beschäftigungsniveau von 1927 wurde erst 1937 wieder erreicht.

Nachdem im Rouge-Werk die Produktion wieder anlief, wurde die Entwicklung des Werks in zunehmendem Maße von der Verschlechterung der Arbeitsbeziehungen geprägt. Das Arbeitsregime unter Kontrolle von Bennett, das im vorigen Kapitel schon beschrieben wurde, wurde verschärft. Bespitzelung und Repressionen, die verhindern sollten, dass Gewerkschaften im Werk Fuß fassen könnten, nahmen zu.

Henry Ford gehörte seit jeher zu den erbittertsten Gegnern der Gewerkschaften, und seine Haltung änderte sich auch nicht, als diesen durch den National Industrial Recovery Act 1933 das explizite Recht zugesprochen wurde, von den Unternehmen, wenn die Mehrheit der Beschäftigten es so

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

beschloss, als alleinige Vertreter der Interessen der Beschäftigten anerkannt zu werden. Henry Ford weigerte sich schlicht und einfach, wie viele andere Automobilhersteller auch, das Gesetz anzuerkennen. Die erste Gewerkschaft, die sich auf dieses Recht berief, war eine Facharbeitergewerkschaft, gegründet von Werkzeugmachern (dazu gleich noch mehr). Sie fand in der Belegschaft bei Ford wenig Anklang, auch nicht unter den Facharbeitern. Bei der zweiten, der United Automobile, Aerospace and Agricultural Implement Workers of America (UAW), die sich vor allem an den neuen Typ der Angelernten in der Produktion richtete, war es anders. Sie wurde 1936 gegründet (vgl. zur Gründungsgeschichte der UAW: Barnard 1983). Das Rouge-Werk war aufgrund seiner Größe der natürliche Ort, ihre Anerkennung in der Industrie durchzusetzen. Die berühmte und blutige „Battle of the Overpass“[76] bei der sich führende Gewerkschafter und eine Gruppe von Schlägern der Bennett-Abteilung gegenüberstanden, fand hier statt und wurde zum Symbol für die Härte, in der die Auseinandersetzungen geführt wurden (Norwood 1996: 381ff.). In einer Entscheidung des National Labor Relations Board von 1937 wurde die Situation bei Ford offen als Kriegszustand beschrieben:

> “The River Rouge plant has taken on many aspects of a community in which martial law has been declared, and in which a huge military organization (…) has been superimposed upon the regular civil authorities.” (Zit. nach Nevins/Hill 1963: 150)

Der Durchbruch zur Anerkennung als Interessenvertretung der Arbeiterschaft gelang der Gewerkschaft aber nicht zuerst bei Ford, sondern bei GM. Und er wurde auch nicht von den Massenarbeitern angeführt, sondern von Facharbeitern und hier in erster Linie von Werkzeugmachern.

4.5.2 Automatisierung als Kampfmittel bei Arbeitskonflikten bei GM

Mit den Werkzeugmachern bildeten ausgerechnet diejenigen die Speerspitze in diesem Kampf, die von den technischen Entwicklungen bisher nahezu

76 Der Overpass war die Überführung von der öffentlichen Straße in das Rouge-Werk. Führende Gewerkschafter der UAW, darunter dem Vorsitzenden Walter Reuther, wollten hier im Mai 1937 für ein Foto vor dem Ford Logo posieren und wurden von der Schlägertruppe der Serviceabteilung von Bennett unter den Augen der Pressefotografen zusammengeschlagen und erlitten ernsthafte Verletzungen. Das Ereignis war ein moralischer Sieg für Gewerkschaft, Ford verlor dadurch viel an öffentlicher Unterstützung. (vgl. für eine genauere Darstellung Barnard 1983).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

am meisten profitiert hatten. Aufgrund ihrer privilegierten Position und ihres guten Verdienstes waren sie bis 1929 eine der am wenigsten militanten Gruppen in der Belegschaft gewesen (vgl. zum Folgenden: Babson 1988). Sie hatten insbesondere bei GM von den jährlichen Facelifts und der Verkürzung der Modelllaufzeiten profitiert, die der Sloanismus mit sich brachte.

Die Werkzeugmacher galten als die „Aristokraten" unter den Facharbeitern und gehörten zu den Skilled Trades, die eine Lehrlingsausbildung unbedingt voraussetzte. Aber die Lehre genügte oft nicht den Anforderungen, und der Nachschub an geeigneten Werkzeugmachern war begrenzt. Die Unternehmen rekrutierten daher bevorzugt Werkzeugmacher aus Europa, wo noch nach den traditionellen handwerklichen Methoden gearbeitet wurde.

Die Mehrheit der Werkzeugmacher in den 1920er und den 1930er Jahren kam aus Europa, insbesondere von den britischen Inseln. Viele kamen auch aus Deutschland. Nach einer Schätzung lag der Anteil der aus Europa stammenden Werkzeugmacher in der Automobilindustrie bei 70 % (Babson 1988: 42) Mit dieser Herkunft kamen auch gewerkschaftliches Ideengut sowie praktische Erfahrungen mit Streiks und gewerkschaftlicher Organisierung in die USA. Eine Vielzahl von Führungspersonen der UAW, darunter auch Walter Reuther, waren Werkzeugmacher.

Nach der Verkündung des Rooseveltschen New Deal war, wie oben bereits erwähnt, die Mechanics' Educational Society of America (MESA) die erste Gewerkschaft, die versuchte in der Automobilindustrie Fuß zu fassen. Bei Ford fand sie wenig Anklang, wohl auch, weil man hier im Wesentlichen noch immer nur ein Produkt herstellte und man erst begann, das GM-Modell der jährlichen Facelifts nachzuahmen. Bei GM nutzte sie die Situation im Vorfeld der Facelifts, um ihre Forderungen durchzusetzen. Die von ihr gezielt in dieser Zeit organisierten Streiks waren in der Regel erfolgreich, da sie zu Verzögerungen bei der Auslieferung der neuen Modelle führten. GM verstärkte daraufhin den Einsatz von Überwachungspersonal und Unternehmensspionen. Das Unternehmen regte zudem selbst die Gründung von Interessenvertretungen an, als Works Councils bezeichnet, um den Gewerkschaften das Wasser abzugraben, war damit aber letztlich nicht erfolgreich. Seither haftet dem Begriff „Works Council" in den USA der Makel von gelben Gewerkschaften, die faktisch im Interesse der Unternehmen fungieren, an. 1934 erlitt die MESA eine bittere Niederlage bei einem Streik: Die Streikführer wurden entlassen. Die Gewerkschaft verlor in der Automobilindustrie an Bedeutung.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Im folgenden Jahr beschloss GM ein Reorganisationsprogramm, dessen Stoßrichtung sowohl anti-gewerkschaftlich als auch anti-New-Deal ausgerichtet war. Die Kontrolle über Maschinen wurde zu einem Kampfmittel bei den nun folgenden Auseinandersetzungen:

> "The locus of the struggle became, from GM's point of view, the selective application of technological innovation and the location of new production locations." (Reynolds 2003: 354)

Im Zeitraum 1935 bis 1938 wurde fast ein Dutzend neuer Fertigungs- und Montagewerke errichtet, die meisten davon in ländlichen Gegenden oder in Regionen ohne gewerkschaftliche Tradition. Von der Gewerkschaft wurden sie als „Runaway Shops" bezeichnet (vgl. ebd.).

Im Zentrum des Modernisierungsprogramms stand das gezielte Deskilling der Tätigkeiten im Karosseriebau und im Werkzeugbau, also in den Bereichen, wo die Arbeiter als besonders konfliktstark galten, und dies waren vor allem die Werkzeugmacher und die Facharbeiter in der Instandhaltung .

> "'Modernization' especially meant deskilling those strategically positioned, politically conscious workers who were leading the Union movement at GM. Body workers, as well as tool and die workers became prime targets for technological displacement or deskilling because of the pride and power they found in their work." (Reynolds 2003: 355)

Die Versuche, diese Gruppen durch verstärkte Automatisierung ihrer Tätigkeitsbereiche zu schwächen, scheiterten jedoch. Der Einsatz komplexer Maschinen, die sie ersetzen sollten, erhöhte im Gegenteil den Bedarf an Facharbeitern, um diese einzurichten und instand zu halten. Die Anzahl und der Einfluss der Facharbeiter nahmen daher in der Zeit zwischen 1935 und 1940 eher noch zu und nicht ab.

> "For GM officials this project backfired, as the interdepartmental mobility and comparatively strong feelings in favor of unionization among repair and maintenance men played an important role in building the labor-management struggle in the company." (Reynolds 2003: 357)

Das Unternehmen richtete nun den Angriff auf das Zentrum des gewerkschaftlichen Widerstands, den Werkzeugbau. Als GM begann, Werkzeuge für den Karosseriebau aus einem Werk (seines Karosseriebauzulieferers Fisher Body) in Flint in der Nähe von Detroit auf Eisenbahnwaggons zu

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

verladen, um sie in ein anderes Werk zu verlagern, wurde dies als Anlass für die Besetzung des Werks genommen.

> "The occupation of plants – the literal capturing of technology – through the sit-down tactic effectively tied corporate official's hands." (Reynolds 2003: 358f.)

Der Streik zog sich über mehrere Monate hin und brachte das Unternehmen schließlich dahin, die Gewerkschaft anzuerkennen. 1939 kündigte GM diese Zusage aber wieder auf. Nun nutzte die Gewerkschaft den Zugang zu Maschinen selbst als Waffe. Durch Sit-In Streiks wurde der Zugang zum Werk blockiert. Innerhalb von zwei Wochen wurde die Mehrzahl der karosseriebauenden Werke stillgelegt – und dies ausgerechnet in der Zeit, in der sie auf diese Weise im Hinblick auf die bevorstehenden Facelifts am stärksten gebraucht wurden. Im August des Jahres gab GM nach und erkannte die UAW als alleinige Interessenvertretung der Arbeiter in seinen Werken an.

Der siegreiche Flint-Streik zeigte, dass Gruppen von Beschäftigten mit Qualifikation, die für den Betrieb von Produktionsanlagen unverzichtbar waren, ihre Stellung erfolgreich nutzen konnten, um Forderungen durchzusetzen. Sie verhalfen damit letztlich auch der Rooseveltschen Politik des New Deal zum Erfolg.

4.5.3 Konflikte über die Rechte der Schwarzen in den Betrieben

Auch bei Ford war die gewerkschaftliche Organisierung nicht aufzuhalten. 1937 hatte die UAW im Rouge-Werk bereits viele Mitglieder. Bei der Organisierung spielten die Shop Stewards eine Schlüsselrolle. In den 1930er und 1940er Jahren verbreitete sich über das gesamte Werk ein dichtes Netzwerk von Shop Stewards, die teilweise auch vom Management als Interessenvertreter anerkannt wurden, wenn es um die Lösung von Konflikten ging. Die in der Folge entstehenden syndikalistischen Tendenzen im Betrieb wurde allerdings für die Gewerkschaftszentrale mehr und mehr zum Problem.

1941 spitzte sich die Situation im Kampf um die gewerkschaftliche Organisierung bei Ford zu. Die Zahl der Gewerkschaftseintritte stieg, das Unternehmen musste erkennen, dass es keinen anderen Weg mehr gab, als die Gewerkschaft als Verhandlungspartner anzuerkennen. Die Organisationseinheit von Bennett wurde aufgelöst. Erstmals wurde zwischen der UAW und Ford ein Vertrag abgeschlossen. Er erstreckte sich auf die gesamte

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Arbeiterschaft, ausgeschlossen waren die Angestellten und das Management (Lichtenstein 1986: 242).

Sozialen Frieden in den Betrieben brachte die Einigung nicht. Zu viele Konflikte schwelten noch. Es gab eine Vielzahl von Kurzstreiks, die meisten waren sogenannte „Quickie Stoppages", bei denen eine Handvoll Arbeiter, manchmal auch einige hundert, die Arbeit für die Dauer einer Schicht oder kürzer niederlegte. Typische Ursachen waren die Veränderungen von Vorgabezeiten oder Veränderungen der Arbeitsinhalte. (Vgl. näher dazu: Edsforth./Asher (1995)

Weitaus gravierender – auch über die Zeit dieser Arbeitskämpfe hinaus gesehen – waren aber die Auseinandersetzungen zwischen Schwarzen und Weißen. Hierbei ging es letztlich um die Frage der Teilhabe an dem wachsenden Wohlstand und der neuen Konsumkultur auch für die Schwarzen. Die Frage des sozialen Upgrading entwickelte sich zu einer der zentralen Ursachen für die Rassenkonflikte, die sich in den 1950er Jahren in entluden und in den 60er Jahren zur Verwüstung der Stadt Detroit führten. Das Werk River Rouge spielte in dieser Geschichte eine wichtige Rolle, aber anders, als man vermuten würde. Auf den ersten Blick hatten die Auseinandersetzungen wenig mit Automatisierung zu tun, aber in ihrem Verlauf entstanden Regeln und Praktiken, die wesentlich auch den Umgang mit Automatisierungstechniken in späteren Jahren beeinflussten. Um dies nachvollziehen zu können, muss etwas ausgeholt werden.

Arbeitsmigranten afroamerikanischer Herkunft (damals „Negroes" genannt) kamen verstärkt nach dem Ersten Weltkrieg aus dem Süden der USA nach Detroit. Ford war eines der ersten Unternehmen des Automobil-Clusters Detroit, das Schwarze rekrutierte, wobei eine sorgfältige Auslese vorgenommen wurde. Meist erfolgte die Einstellung auf Empfehlung der Gemeindepriester oder anderer respektierter Personen in der Black Community.

Aufgrund des gewaltigen Produktionsanstiegs wurden bei Ford besonders viele Schwarze rekrutiert. Mitte der 1930er Jahre beschäftigte das Unternehmen die Hälfte aller Schwarzen in der Automobilindustrie, fast alle von ihnen waren im Werk River Rouge beschäftigt (Bailer 1943: 416).

In den meisten Unternehmen erhielten die Schwarzen die schlechtesten Jobs. Dies galt im Prinzip auch für das Rouge-Werk, aber nur hier war es möglich, dass Schwarze in allen Bereichen der Produktion tätig waren und auch Facharbeiter werden konnten. Es gab auch Schwarze unter den Foremen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Situation bei Ford in dieser Hinsicht wird von dem Historiker Peterson als ausgesprochen positiv dargestellt:

> "The Rouge plant was the only one in the entire auto industry to employ blacks in all manufacturing operations, including the final assembly line. The admission of blacks in-to a few skilled positions at Ford was backed up by admitting a few black workers to the Ford Trade School, the Apprentice School, and the Ford Training School. The numbers were insignificant, but these schools provided practically the only places in Detroit where blacks could be trained as skilled workers." (Peterson 1979: 180)

Eine Diskriminierung der Schwarzen war untersagt.

> "In contrast to the general reaction to Negro upgrading in the industry, it is interesting to note that race tension on this issue has never developed at the Ford Rouge plant. Since 1920 the Rouge management has followed a definite policy of employing Negroes in all capacities, and it has been well understood that demonstrations by white workers over Negro employment and upgrading would result in dismissal." (Peterson 1979: 180)

Allerdings war fast die Hälfte der Schwarzen unter den Direkten in der Gießerei beschäftigt, und auch überdurchschnittlich viele von ihnen in den Bereichen der Hochöfen und des Walzwerks. Dagegen gab es unterdurchschnittlich viele in Bereichen wie dem Karosseriebau und der Montage. Bei den Indirekten wurden die Schwarzen hauptsächlich für Reinigungsaufgaben und sonstige Hilfsarbeiten eingesetzt.

Bessere Jobs standen den Schwarzen nur dort offen, wo sie schwerpunktmäßig eingesetzt waren und entsprechende Senioritätsrechte erworben hatten. Die Dauer der Betriebszugehörigkeit war der Schlüssel für bessere Jobs unter den Schwarzen, und dies erklärt die zentrale Bedeutung, die die Seniorität als Dreh- und Angelpunkt der betrieblichen Einsatzpolitik im Zuge der weiteren Entwicklung in den Betrieben gewann. Sie war das Mittel der Schwarzen im Kampf um soziales Upgrading in den Betrieben. In den 1930er Jahren hatten viele der Schwarzen einen Senioritätsstatus erreicht, der ihnen auch den Zugang zu den besseren Jobs eröffnete (Maloney/Whatley 1995: 490).

Den aufkommenden Gewerkschaften, geführt von Weißen, trauten viele von ihnen nicht. Viele Schwarze verhielten sich ihnen gegenüber eher zurückhaltend, teils feindselig, weil man fürchtete, dass die weiße Mehrheit ihre Rechte einschränken würde, wenn die Gewerkschaften erst einmal zum Verhandlungspartner des Managements geworden waren.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Vor diesem Hintergrund wird nun auch das Verhalten der Schwarzen in den Auseinandersetzungen über die gewerkschaftliche Organisierung der Belegschaft besser nachvollziehbar. Nicht wenige von ihnen standen in diesen Auseinandersetzungen auf der Seite des Ford-Managements und nahmen während der erbitterten Streiks 1941, die schließlich auch Ford zum Einlenken brachten, die Rolle von Streikbrechern ein. Dies wiederum erboste viele weiße Arbeiter, die sich in der Einschätzung bestätigt sahen, dass das Management den Einsatz schwarzer Arbeiter bewusst förderte, um damit die formellen und informellen Regelungen zu unterlaufen, die sie als Schutz vor Leistungsdruck und zur Sicherung ihrer Arbeitsplätze erkämpft hatten.

In der Zeit der Kriegswirtschaft waren die Anerkennung der UAW und das Diskriminierungsverbot von Schwarzen Voraussetzungen dafür, staatliche Aufträge zu erhalten. Auch von der Gewerkschaftszentrale wurde diese Politik unterstützt und es wurde gegen diskriminierende Aktionen weißer Arbeiter gegenüber Schwarzen vorgegangen (Bailer 1943: 425). Bei den Versetzungen, die mit den Umstellungen auf eine Rüstungsproduktion einhergingen, konkurrierten nun Schwarze und Weiße in vielen Bereichen um den Aufstieg auf bessere Arbeitsplätze, wo die Schwarzen bisher noch keine Rolle gespielt hatten, wobei sie oft eine höhere Seniorität besaßen.

Im Rouge-Werk blieb es vergleichsweise ruhig, aber in anderen Unternehmen riefen weiße Arbeiter zum Streik dagegen auf, dass die Schwarzen ihre Senioritätsrechte wahrnahmen. Eine Forderung war die Segregation; der Einsatz der Schwarzen solle auf bestimmte Abteilungen in den Betrieben begrenzt werden – und in ähnlicher Weise sollte auch in den Stadtquartieren verfahren werden.

In den Automobilwerken Detroits kam es immer wieder zu sogenannten Wildcat-Streiks, in denen Weiße dagegen protestierten, dass Schwarze die besseren Arbeitsplätze erhielten. Die Spannungen zwischen Schwarzen und Weißen erreichten ihren Höhepunkt 1943, als 20.000 Arbeiter in einem „Hate Strike“ die Arbeit für eine Woche niederlegten, um dagegen zu protestieren, dass die Schwarzen ihre Rechte wahrnahmen. Kurz darauf brachen in Detroit Race Riots aus; es begann eine Entwicklung, die aus Detroit als einmal reichster Stadt der USA, in den kommenden Jahrzehnten eine der ärmsten Städte der USA werden ließen (Lichtenstein 1980: 347; Sugrue 2014).

Der Kriegseintritt der USA 1941 trug zwar dazu bei, dass sich die Haltung der Automobilhersteller in Bezug auf die Anerkennung der Gewerkschaften

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

änderte. In Bezug auf die betrieblichen Auseinandersetzungen war der Krieg aber kein Einschnitt, wie die Vielzahl von Streiks in dieser Zeit zeigt.[77] Selbst die Foremen streikten! Sie hatten sich als Teil des Produktionsmanagements gesehen, wurden nun aber dem Arbeiterbereich zugerechnet. Damit war die Gewerkschaft für die Vertretung ihrer Interessen zuständig, aber davon versprachen sich die Foremen nichts. Aufgrund ihrer prekär gewordenen Position schlossen sie sich selbst zu einer Gewerkschaft zusammen und stellten ihre eigenen Forderungen (vgl. zu dieser Entwicklung Lichtenstein 1980: 343f).

Die Initiative ging von altgedienten Foremen im Rouge-Werk aus und war sehr erfolgreich. Der Großteil der Foremen in den Automobil- und Flugzeugbetrieben im Raum Detroit schlossen sich ihr an. Die Unternehmen weigerten sich, diese Gewerkschaft anzuerkennen. Bei Ford wurde der Kampf besonders erbittert ausgefochten, es kam zu langen Streiks, die schließlich mit der Niederlage der Foremen-Union endeten. Am Ende standen die Foremen auch von ihrem Status her wieder fest auf der Seite des Managements..

Erst nach dem Krieg und lang andauernden Streiks wurden Grundlagenvereinbarungen geschlossen, die die diversen Konflikte reduzierten, wenn auch nicht beendeten.

4.6 Der Friedensvertrag von Detroit

Das Ende des Krieges bedeutete für die Ford Motor Company in mehrfacher Hinsicht einen Neuanfang. Henry Ford starb 1947, aber schon 1945 übernahm sein Enkel Henry Ford II die Führung des Unternehmens.

Für Henry Ford II stand die Etablierung eines geordneten Systems der industriellen Beziehungen ganz oben auf der Prioritätenliste. In einer Rede im Januar 1946 legte er die Grundzüge einer neu ausgerichteten Arbeitspolitik dar:

> "We do not want to destroy the union, nor were any harsh legislative restrictions on the unions contemplated by the Ford Motor Company. Rather, Ford sought to help trade union leaders assume the responsibilities they must assume if the public interest is to be served. It is clear, then, that we must look to an improved and increasingly responsible union

77 Ab Juni 1942 bis Ende des Zweiten Weltkriegs gab es im Rouge-Werk an die 800 informelle, d.h. nicht von der Gewerkschaft autorisierte Arbeitsniederlegungen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

leadership for help in solving the human equation in mass production." (Zit. bei Lichtenstein 1986: 273)

In den Verhandlungen, die im selben Jahr über eine neue Grundlagenvereinbarung mit der Gewerkschaft geführt wurden, war das Unternehmen in vielen Punkten zu Konzessionen bereit, bestand aber im Gegenzug auf einer sogenannten Unternehmensklausel, in der dem Management das alleinige "Right to Manage" zugesprochen wurde. Damit war eine Mitbestimmung der Gewerkschaft an Fragen der Produktionsorganisation und der Arbeitsgestaltung ausgeschlossen.

Im Folgejahr sollte das erste komplett neue Fahrzeug nach dem Krieg auf den Markt gebracht werden. Die erwartete Nachfrage war groß, das Unternehmen war bestrebt, die Produktion zu beschleunigen. Die Foremen wurden angewiesen, die Bandgeschwindigkeiten zu erhöhen, wenn das tägliche Produktions-Soll aufgrund von Störungen und aus anderen Gründen nicht erreicht werden konnte (Lichtenstein 1986: 253). Die Fließbandarbeit wurde nun mehr und mehr zum Konfliktfeld, und die Auseinandersetzung mit dem Industrial Engineering über Fragen der Arbeitsintensivierung („Speed up") wurde für die Gewerkschaftsvertreter zur täglichen Herausforderung. Die UAW hatte mittlerweile selbst eine Abteilung gegründet, um Arbeiter und betriebliche Interessenvertretungen in Zeitstudien-Methoden zu schulen, um die Tätigkeit der Ingenieure besser einschätzen und kontrollieren zu können.

Die Gewerkschaftszentrale unter Walter Reuther war aber bestrebt, die Auseinandersetzungen auf der betrieblichen Ebene herunterzufahren, und stellte nun Themen in den Vordergrund, die auf zentraler tarifvertraglicher Ebene auszuhandeln waren. Angesichts der Pläne für den Bau neuer Werke und der Einführung neuer Automatisierungstechniken sah die Gewerkschaft eine Chance für die Durchsetzung weitreichender Forderungen. 1950 schloss sie zunächst mit General Motors, im Anschluss auch mit Ford und anderen Herstellern, einen Tarifvertrag mit fünfjähriger Laufzeit ab, den sog. „Treaty of Detroit", auch „Peace Treaty of Detroit" genannt. Erstmals konnte die Gewerkschaft hier ihre Forderung nach Sozialleistungen durchsetzen. Diese umfassten Leistungen im Krankheitsfall, bei Arbeitslosigkeit, eine Altersrente auf Lebenszeit sowie längere Urlaubszeiten und die automatische Anpassung der Löhne an die Inflationsentwicklung. Im Gegenzug verzichtete die Gewerkschaft für einen Zeitraum von fünf Jahren weitgehend auf Streiks. Dies schuf Planungssicherheit für die Unternehmen bezogen auf Investitionen in die Modernisierung ihrer Werke und in neue

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Anlagen und Technologien. Das Letztere war für die Unternehmen angesichts ihrer Automatisierungspläne der entscheidende Punkt. Der Vertrag von Detroit legte die Grundlagen für kooperative Arbeitsbeziehungen zwischen Management und Belegschaften über die kommenden Jahrzehnte – er war der Ausgangspunkt für die Herausbildung des Fordismus der Nachkriegszeit, der die Gewerkschaften zu Befürwortern produktivitätssteigernder Maßnahmen machte.

Es kam zu einer Welle von Investitionen in den Aufbau neuer Werke. Dabei machten die „Großen Drei" (GM, Ford und Chrysler) einen Bogen um ihre traditionellen Standorte. Zwischen 1947 und 1958 errichteten sie 25 neue Werke im Umkreis von Detroit, mindestens 15 Meilen entfernt von den bisherigen Werken im Stadtbezirk von Detroit (Sugrue 1995: 115).

Das Rouge-Werk verlor angesichts dieser Entwicklung bald seine beherrschende Stellung im Unternehmen. Eine zentrale Ursache war die Auslagerung von Produktionsbereichen. Die Folge: 1945 hatte das Rouge-Werk noch 85.000 Beschäftigte, bis 1954 war diese Anzahl auf 54.000 gefallen (Sugrue 1995: 117). Auch danach sank die Beschäftigung noch weiter (Edsforth/Asher 1995: 172).

Die weitere Entwicklung wird im nächsten Kapitel beschrieben.

4.7 Zwischenresümee

Das Werk River Rouge war in allem eine Dimension größer, weiterentwickelter als das Vorgängerwerk. Es setzte mit einer geplanten Produktionskapazität von über einer Million Fahrzeugen im Jahr einen neuen Größenstandard für die Massenproduktion in der Automobilindustrie. Spektakulär war der hohe Integrationsgrad, fast die gesamte Wertschöpfungskette des Automobilbaus befand sich an dem einem Standort. Die charakteristische Kennziffer für das Werk war die hohe Durchlaufgeschwindigkeit: 50 Stunden von der Anlieferung des Eisenerzes bis zur Auslieferung an den Käufer (und damit zum Geld) in einem Zweigwerk. Eine so kurze Zeit für die „Time to Market" eines Fahrzeuges wurde seither nie wieder erreicht. Die Produktivität war nicht der primäre Maßstab, sie war mit Blick auf das besondere Arrangement mit den Zweigwerken auch schwer zu bestimmen, wie die Darstellung gezeigt hat.

Bezogen auf den Einsatz von Maschinen und Förderbändern übertraf River Rouge das Vorgängerwerk noch einmal um Längen. Dasselbe galt auch in Bezug auf die Realisierung fließender Prozesse und die Synchronisierung

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

der Abläufe. Der Automatisierungsgrad in den bereits hoch mechanisierten Gewerken sowie in den internen logistischen Prozessen nahm durch die beschriebenen Maßnahmen weiter zu. Die neu hinzukommenden Gewerke des Presswerks und des Karosseriebaus waren von Beginn an zu einem erheblichen Grad automatisiert. Allein die Montage blieb weitgehend manuell.

Während der Rouge-Zeit fand der Übergang zu einer neuen Form der Automatisierung statt, bei der der Fokus nicht mehr auf den einzelnen Maschinen lag, sondern auf integrierten Anlagen, die mehrere der früheren Einzelmaschinen sowie auch den Transport der Werkstücke zwischen ihnen einschlossen. Diese „Transfermaschinen" – oder auch „Transferstraßen" – wurden als „Detroit Automation" bezeichnet (Ashburn 1962). In den 1950er Jahren wurde dieser Maschinentyp zum Träger der Automatisierungsprojekte, die in dieser Zeit von den Automobilunternehmen durchgeführt wurden.

Das Werk River Rouge war nicht nur Ort der Zusammenballung enormer Produktivkräfte und industrieller Macht, sondern auch eine Arena für den Kampf der Gewerkschaft um ihre Anerkennung als Interessenvertretung der Beschäftigten. Dieser Kampf, überlagert von Auseinandersetzungen zwischen Arbeitern afroamerikanischer Herkunft und Arbeitern mit weißer Hautfarbe, hinterließ die tiefe Spuren, die auch in der Nachkriegszeit noch fortwirkten.

Das veränderte Umfeld stellte das Geschäftsmodell des Fordismus der ersten Phase infrage, das auf Wachstum durch Preissenkungen, die durch Produktivitätssteigerungen ermöglicht werden, setzte. Dies war teilweise das Resultat des Erfolgs der eigenen Strategie, durch hohe Löhne die Kaufkraft auch bei den Beschäftigten zu erhöhen. Die besserverdienenden Arbeiter entwickelten zunehmend ein differenzierteres Konsumverhalten, dem wurde die Produktpolitik von Ford nicht gerecht. Das Konzept der Kosteneinsparung durch Standardisierung von Produkt und Prozessen der Modell-T-Periode war nicht mehr zu halten.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

5. Automatisierung und Rationalisierung – die Nachkriegsentwicklung bei Ford und GM (1950 bis 1980)

5.1 Einleitung

Die Darstellung bleibt weiterhin in den USA und beschreibt im Folgenden eine Periode, in der das Automatisierungsthema eine Achterbahnfahrt durchlief: Das erste Nachkriegsjahrzehnt war die Hochzeit der Automatisierungsdebatten. Automatisierung wurde zu einem zentralen Thema in den Unternehmen, den Gewerkschaften und in Gesellschaft und Politik. Man erwartete eine große Automatisierungswelle. Die Unternehmen verfolgten weitreichende Automatisierungspläne. Aber schon am Ende der 1950er Jahre kühlte das Interesse ab, und es traten Fragen und Rationalisierung in den Vordergrund, während das Thema in der Öffentlichkeit noch weiterdiskutiert wurde. In den 1970er Jahren schoss das Interesse an dem Automatisierungsthema wieder hoch. Mit der Verbreitung der Mikroprozessoren begann die Ära der Computerisierung. Wieder gab es hohe Erwartungen und große Befürchtungen, und die Unternehmen verfolgten weitreichende Automatisierungspläne. Aber die Ernüchterung kam schnell, viele Automatisierungsvorhaben scheiterten, daraufhin wurden weitere zurückgeschraubt oder ganz aufgegeben. Der Blick richtete sich nun auf Japan und die Methoden der Lean Production, wo Automatisierung scheinbar eine nachrangige Bedeutung spielte. Soweit die Kurzfassung des Kapitels. Mit ihm endet die Darstellung der Entwicklung in den USA, nur am Ende des Buches erfolgt noch ein kurzer Blick auf die in der Tat erstaunliche Entwicklungen rund um den E-Fahrzeughersteller Tesla Motors, die im 10. Kapitel näher betrachtet werden.

Die Darstellung beginnt mit dem Aufkommen neuer Technologien und den Unternehmensstrategien in den 1950er Jahren. In (Abschnitt 5.2) werden die neuen Techniken beschrieben, die der Krieg hervorgebracht hatte und die nun für industrielle Zwecke angewendet werden sollten. Als grundlegend wurde das Prinzip der Rückkopplungssteuerung angesehen. Damit war es möglich, den Menschen nun auch bei der Steuerung von Maschinen zu ersetzen. Der Blick auf die auf dieser Grundlage zu erwartende Automatisierungswelle wurde stark von der Kybernetik geprägt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In Abschnitt 5.3 geht es um die Automatisierungsprojekte der Unternehmen. Vorreiter war die Ford Motor Company, wo man nach eigenen Aussagen den Begriff „Automatisierung" erfand. Hier verstand man darunter etwas ganz anderes als die Kybernetik. Das Vorzeigeprojekt von Ford war ein neues Motorenwerk. Die Darstellung beschreibt das Werk und die Debatten über die damit verbundenen Auswirkungen auf die Beschäftigten.

Die Automatisierungsdebatte in den USA in den 1950/60er Jahren ist Gegenstand des Abschnitts 5.4. Diese Debatte weitete sich rasch international aus. Besonders intensiv wurde sie in den Gewerkschaften geführt. Ein umstrittenes Thema waren die Auswirkungen der Automatisierung auf die Qualifikationsanforderungen der Beschäftigten: Führt sie zur Aufwertung (Upgrading) oder zur Abwertung (Downgrading) der Tätigkeiten in der Produktion? Eine wichtige Rolle in der Debatte spielte James Bright; er war der erste, der sich konzeptionell und mit eigenen empirischen Untersuchungen gründlich mit der Thematik befasst hat. Seine Feststellungen über die Auswirkungen der Automatisierung auf die Arbeit bestärkten die Ansichten der Pessimisten: Für ihn führte sie über kurz oder lang zu einem Downgrading – und dies nicht nur bei den Beschäftigten in der direkten Produktion.

Die Automatisierungsstrategie bei Ford verlor schon ab dem Ende der 1950er Jahre an Bedeutung, der Fokus verlagerte sich nun auf organisatorische Maßnahmen und auf Rationalisierung. Die Maßnahmen, die in diesem Zusammenhang getroffen wurden, sind Gegenstand des Abschnitts 5.5.

Eine neue Phase begann in den 1970er Jahren. Damit befasst sich Abschnitt 5.6. Inzwischen waren die neuen programmierbaren Techniken, die in der Nachkriegszeit entwickelt wurden, einsatzbereit. Sie boten auch neue Möglichkeiten für die Gestaltung von *Montage*prozessen. Bei der Umsetzung der oben genannten neuen Techniken übernahm General Motors die Vorreiterrolle – und scheiterte bei spektakulären Projekten. Der Abschnitt 5.7 diskutiert die Geschehnisse im Werk Lordstown, die als Fanal des Protests gegen Fließbandarbeit und als Beginn der internationalen Bewegung für eine Humanisierung der Arbeit gelten.

Die negativen Erfahrungen mit seiner Automatisierungsstrategie bewog GM zum Umdenken und dem folgten auch die anderen der Big Three in den USA. Nun wurde Japan das Vorbild, wo sich ein alternativer Ansatz herausgebildet hatte. Dies ist Gegenstand des Abschnitts 5.8.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

5.2 Neue Technologien und die Kybernetik

Die neuen Technologien, denen der Zweite Weltkrieg zum Durchbruch verhalf, wurden weithin als Beginn einer grundlegenden Veränderung in der Beziehung zwischen Menschen und Maschine angesehen. Mit den aufkommenden Möglichkeiten zur Automatisierung kognitiver Tätigkeiten war eine Grenze überschritten worden. Die neuen Technologien ermöglichten die Lösung von Aufgaben, die für den Menschen „praktisch unmöglich" (wie Nof es in Kapitel 1 formulierte) erschienen. Die ballistischen Berechnungen, wie sie beispielsweise für die Abwehr von Flugzeug- und Raketenangriffen erforderlich waren, konnten in der notwendigen Geschwindigkeit von Menschen nicht mehr geleistet werden. Die Raketentechnik erforderte die eigenständige Anpassung der Flugbahn an ein ausweichendes Zielobjekt, was zur Entwicklung von sog. Servomechanismen führte. Diese Mechanismen waren mit Sensoren ausgestattet, und dienten dazu, Abweichungen von der vorgesehen Flugbahn automatisch zu korrigieren. Grundlegend dafür war das Rückkoppelungsprinzip (heute eher als Reglerprinzip bezeichnet), das mit dem Aufkommen der Elektronik nun eine Vielzahl an neuen Automatisierungstechniken hervorbrachte.

Norbert Wiener, der während des Krieges, wenn auch mehr als Beobachter, an der Entwicklung der neuen Technologien beteiligt war, schuf mit der Kybernetik einen Interpretationsrahmen, der die Debatte in der Nachkriegszeit stark beeinflusste. Wiener und seine Gefolgsleute, so schreibt Rid in seiner Kulturgeschichte der Kybernetik, umgaben die neuartigen Maschinen mit einer Art Zauber, „statteten sie mit Geist und einer Anziehungskraft aus, die ans Kultische grenzte." (Rid 2016: 11) Wiener, so Rid, neigte dazu,

> „Maschinen zu vermenschlichen: Schalter entsprachen Synapsen, Leitungen Nerven, Netzwerke Nervensystemen, Sensoren Augen und Ohren, Antriebselemente waren Muskeln. Umgekehrt mechanisierte Wiener auch den Menschen und nutzte Maschinenvergleiche, um die menschliche Physiologie zu verstehen. Auch der Begriff ‚Künstliche Intelligenz' wurde von Wiener geprägt." (Ebd.: 72)

Wiener warnte vor den Folgen insbesondere für die Industriearbeiter. So schrieb er in der Einleitung zu seinem Grundlagenbuch über Kybernetik:

> „The automatic factory and the assembly line without human agents are only so far ahead of us as is limited to our willingness to put such a

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> degree of effort into their engineering as was spent, for example in the development of radar in the Second World War." (Wiener 1961: check!)

1949 schrieb er einen sehr besorgten Brief an den Präsidenten der UAW, Walter Reuther, in dem er auf die sozialen Konsequenzen der Automatisierung verwies (Noble 1995: 161f.).

> "These consequences seem to me so great that I have made repeated attempts to get in touch with the labor movement, and to try to acquaint them with what may be expected from automatic machinery in the near future." (Ebd.: 161)

Wiener dachte dabei vor allem an Computer. Er schrieb:

> "This apparatus is extremely flexible, and susceptible to mass production, and will undoubtedly lead to the factory without employees, as for example, the automatic automobile assembly line. In the hands of the present industrial set-up, the unemployment produced by such plants can only be disastrous." (Ebd.: 162)

Die automatische Fabrik, so schrieb er weiter, werde schon 1978 Realität sein. Am Ende des Briefes bot er Reuther an, gemeinsam gegen die Verbreitung der neuen Techniken Front zu machen. Dieser ging nicht auf das Angebot ein.

Vor dem Hintergrund des Kalten Krieges wurde die Automatisierung als eine Angelegenheit von nationaler Bedeutung gesehen. „Nur wenn wir die Produktionsmenge pro geleistete Arbeitsstunde steigern, werden wir eine wirksame Verteidigung gegen die aggressiven Kräfte des Kommunismus aufbauen können", verkündete Diebold (zit. in Rid 2016: 143.) Diebold war als Consultant und Autor eine Autorität auf dem Gebiet der Automatisierung. Die Steigerung der Produktivität läge nicht nur im Interesse des Profits, so erklärte er weiter, sie läge im Interesse der Freiheit. Die Automatisierung sei der Schlüssel zum Überleben der Nation (ebd.).

In der Industrie tat sich in Bezug auf den Einsatz der neuen Techniken, die Wiener vor Augen hatte, in den 1950er und 1960er Jahren nur wenig. Mitte 1961 waren in den Vereinigten Staaten gerade einmal um die 5.000 Computer installiert. Militär und Staat machten 40 % des Gesamtmarktes aus.

Auch bezogen auf die numerisch gesteuerten (NC-) Werkzeugmaschinen geschah anfangs nicht viel. (Vgl. zum Folgenden: Hirsch-Kreinsen 1993) Die NC-Technik entwickelte sich zunächst auf der Basis der Röhren- und

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Relaistechnologie der 1950er Jahre. Die Steuerungsinformationen waren fest verdrahtet, eine Umrüstung der Maschine auf andere Produktvarianten erforderte einen großen Aufwand. Die erste seit 1949 am MIT im Auftrag der US Air Force entwickelte NC-Maschine stand 1954 für den Einsatz in der industriellen Produktion bereit. Die noch mit Elektronenröhren bestückte Steuerung erhielt ihre Daten über einen binär codierten Lochstreifen und ermöglichte bereits eine simultane Bewegung in drei Achsen. Aus Sicht der Praxis erschien ihr Einsatz allerdings als zu aufwendig.

Angesichts des großen Aufwands für die Umrüstung der Maschinen (durch Neuverlegung der Schaltkreise, Umstöpseln der Registerboards) hatte man bei GM bereits früher begonnen, an einer Alternative zur Programmierung zu arbeiten, dem Record-and-Playback-(RP-)Verfahren, das auf der Aufzeichnung der Bewegungen und Verrichtungen eines erfahrenen Facharbeiters bei der Ausführung seiner Tätigkeit auf einem Speichermedium beruhte. Durch Playback konnte der entsprechende Arbeitsgang nun automatisch wiederholt werden. Das Verfahren erforderte keine Programmierung des Arbeitsablaufs. Dies Verfahren war nicht nur einfacher, es beließ auch die Facharbeiter (zumindest einige von ihnen) in ihrer angestammten Rolle. Ihr spezielles Können und Wissen wurde weiterhin benötigt, der Shopfloor blieb weiterhin der zentrale Ort für Lernprozesse und Wissenskumulierung. Wenn ihr Erfahrungswissen auf Lochkarten gespeichert und wiederholt werden konnte, brauchte man die Facharbeiter allerdings nur noch einmal, um die Abläufe aufzuzeichnen.

Alternativ konnten die Instruktionen aber auch entfernt vom Shopfloor in Programmierbüros von dafür speziell geschultem Personal erstellt werden. Das Militär sprach sich für diese Lösung aus und war entscheidend an der Durchsetzung des entsprechenden Technikpfades beteiligt. Man sah es eher als Vorteil, dass die Programmierung unabhängig von den Facharbeitern und an einem Ort außerhalb der Produktion durchgeführt werden konnte. In seinem Buch „Forces of Production“ stellt Noble die These auf, dass es dem Militär vor allem darum ging, den Prozess der Programmierung aus den gewerkschaftlich organisierten Werken herauszulösen und in gewerkschaftsfreie Angestelltenbüros zu verlagern.

Trotz des Drucks des Militärs zeigten die Unternehmen wenig Interesse.

> “The NC concept was so strange to manufacturers, and so slow to catch on, that the US Army itself finally had to build 120 NC machines and lease them to various manufacturers to begin popularizing its use.” (Ashburn 1962: 5)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Für einen kurzen Zeitraum sah es so aus, als gäbe es mit dem RP-Verfahren die Chance, einen alternativen Entwicklungspfad einzuschlagen. Die Frage stand im Mittelpunkt einer heftigen Diskussion, die unter Arbeitswissenschaftlern noch bis in die 1970er Jahren anhielt.

Die mit der neuen Technologie entstehenden Möglichkeiten der Flexibilisierung der Produktion wurden für eine längere Zeit kaum genutzt. An sich bot das Aufkommen von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen die Möglichkeit, die Vorherrschaft von Einzwecktechniken bei der Automatisierung zu überwinden. In diesem Sinne wurden sie auch als Antithese der Detroit Automation bezeichnet (Ashburn 1962: 25). Die Automobilindustrie folgte aber weiter dem Pfad der Transferstraßen-Technologie. 1958 war die Hälfte der 16.000 Maschinen des Typs Detroit Automation in den USA in der Automobilindustrie eingesetzt. Die NC-Technologie musste aber erst mehrere Stadien durchlaufen, bis ihre Potenziale für die Praxis relevant erschienen (vgl. Hirsch-Kreinsen 1993).

Der Durchbruch der NC-Technologie kam mit der Entwicklung der Mikroprozessortechnik, die Mitte der 1970er zur Einsatzreife gelangte. Anstelle der bisherigen funktionsspezifisch ausgelegten Bauelemente und Hardwaresteuerungen ermöglichten sie die freie Programmierbarkeit durch Computer und eine umfangreiche Datenspeicherung. Dies führte zu der Entwicklung von CNC-(Computerized-Numerical-Control-)Steuerungen, die eine flexible Anpassung der Systemprogramme an unterschiedliche Bearbeitungsverfahren ermöglichten.

Die NC-Steuerungen eigneten sich nicht nur zum Upgraden bestehender Maschinenarten, sondern brachten auch neue Arten von Maschinen hervor, darunter insbesondere die Industrieroboter. Mit ihnen wurden damals die höchsten Erwartungen und auch Befürchtungen verbunden. Ihre Entwicklung begann zur gleichen Zeit wie die der NC-Werkzeugmaschinen. Erste Prototypen von Industrierobotern wurden auch hier seit Ende der 1940er Jahre in den Laboren entwickelt. 1959 wurde erstmalig ein Industrieroboter in einem Industriebetrieb installiert – in einer Gießerei von General Motors.

Industrieroboter konnten sowohl Bearbeitungsfunktionen als auch Handhabungsunktionen ausüben, sie waren daher besonders für den Einsatz in Montagbereichen geeignet. Zum ersten Mal bot sich damit eine Möglichkeit, Montagetätigkeiten mithilfe flexibler Technik zu automatisieren.

Ein dritter Spross der NC-Technologie waren die Fahrerlosen Transportsysteme (FTS), im Englischen als Automated Guided Vehicles (AGV)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

oder auch als Robocarriers bezeichnet. Diese Techniken wurden ebenfalls bereits Anfang der 1950er Jahre entwickelt. Die Fahrzeuge bewegten sich selbsttätig auf im Hallenboden eingelegten elektrisch induzierten Magnetfeldern (vgl. dazu Ullrich 2015).

Aber sowohl bei den Industrierobotern als auch bei den FTS ging der Einsatz in den Betrieben lange Zeit über Erprobungen nicht hinaus. Es bedurfte auch hier der Mikroprozessoren, um dies zu ändern.

Ein größeres Interesse, die neuen computerbasierten Techniken so früh wie möglich anzuwenden, bestand demgegenüber im Falle der sog. IT-Systeme. Diese bezogen sich zum großen Teil auf Tätigkeiten, die von Angestellten durchgeführt wurden: die Erfassung von Daten, die bisher durch Strichlisten, Karteikarten usw. erfolgte, und die Aufbereitung für die verschiedenen Anwendungszwecke, Datenanalyse, Verknüpfung mit anderen Datensystemen und Berichterstattung, technisches Zeichnen und Berechnungen usw.

Zu den ersten IT-Systemen, die eingesetzt wurden, gehörten allerdings Systeme für die Produktionssteuerung (Production Control). Bereits 1950 installierte GM ein computerbasiertes Produktionsplanungssystem in einem Montagewerk. Ein weiter entwickeltes System, das 1970 im Werk Lordstown/Ohio eingesetzt wurde, ermöglichte die flexible Bandabstimmung (Abtaktung) von Montagebändern mit gemischtem Fahrzeugprogramm (Abernathy 1978: 201f.).

So weit zu der Entwicklung der neuen Techniken, auf die Automatisierungsstrategie der Unternehmen in den 1950ern hatten sie zunächst wenig Einfluss. Im Folgenden soll die Entwicklung hier nun näher betrachtet werden.

5.3 Die „Erfindung" der Automatisierung bei Ford

5.3.1 Das Motorenwerk Cleveland als Leuchtturmprojekt

1946 starte die Ford Motor Company ein umfassendes Modernisierungsprogramm. Im selben Jahr wurde eine neue Generation von Managern eingestellt. Darunter war Delmar Harder, zuvor Jungmanager bei GM. Automatisierung galt als Ausweis der Modernität und Innovationskraft und das Unternehmen war mit viel Publicity bestrebt, sich als Vorreiter darzustellen. Im April 1947 wurde das Ford Automation Department gegründet, die Leitung wurde Harder übertragen. In diesem Zusammenhang wurde

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

erstmalig der Begriff Automatisierung (Automation) verwendet. Die Gründung einer eigenen Abteilung für Automatisierung war ein klares Signal für die Bedeutung, die das Unternehmen der Thematik nun beimaß.

Ab 1949 wurden die ersten Fabriken errichtet, die gezielt auf eine Steigerung des Automatisierungsgrades ausgelegt waren, erster Fokus waren Presswerke und der Motorenbau. Das Leuchtturmprojekt war ein neues Motorenwerk in Cleveland/Ohio (spätere Bezeichnung: Brook-Park-Werk), das 1951 mit der Produktion von Sechs Zylinder Motoren startete. Es war keine direkte Ausgründung der Motorenproduktion aus dem Rouge-Werk, die weiterbestand, sondern ein zusätzliches Werk. Für James Bright, Harvard-Professor für Business Administration, der das Werk Mitte der 1950er Jahre untersuchte, war es das technisch fortgeschrittenste Werk seiner Zeit (Bright 1958: 8). 1954 kam ein zweiter Werksteil für die Produktion von V8-Motoren dazu.[78]

Auf einer Konferenz der Society of Automotive Engineers am Standort Cleveland im Jahr 1953 stellten Harder, inzwischen Vice President of Manufacturing, und der Vice President of Sales, Davis, die Fabrik vor und präsentierten in diesem Zusammenhang einige grundsätzliche Überlegungen (Harder/Davis 1953: 3). Offensichtlich war das Cleveland-Werk für das Ford-Management nur der Anfang. So gab es im Unternehmen für die Planer der entsprechenden Anlagen bereits eine neue Berufskategorie, den Automation Designer bzw. Automation Engineer – auch schlicht als „Automation Man" bezeichnet. Dessen Tätigkeit, so führten sie aus, beginne schon mit der Planung für das Plant Layout und ende erst mit der erfolgreichen Inbetriebnahme der entsprechenden Anlagen (ebd.: 8).

Im Weiteren wurde der Fertigungsablauf im Werk beschrieben, das die Konferenzteilnehmer am kommenden Tag besuchten. Fast alle Maschinenbediener hatten den ursprünglichen Plänen für das Werk zufolge auf die eine oder andere Weise Teile zu transportieren. Die Automationsabteilung revidierte diese Planungen. Der neue Ablauf war weitgehend automatisiert:

> "The entire department became a synchronized system and functioned as one large transfer-line. As you will see, it is not necessary for any operator to push, pull, turn-over, or position a part." (Harder/Davis 1953: 8)

78 Der Standort Brook Park umfasste nach Beendigung der Aufbauphase eine Gießerei und zwei Motorenlinien, eine für die V6- und eines für die V8-Motoren. Das Werk wurde 1951 errichtet und bis 1955 weiter ausgebaut. Die V8-Linie war bereits bezogen auf Technik und Ablaufstruktur auf einem weiterentwickelten Stand.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Im Gegensatz zum engen, mit Maschinen vollgestopften Rouge-Werk bot das neue Werk reichlich Platz, war sauber und modern. Es war auch deutlich produktiver, was aber, so Bright, nicht nur auf die automatisierten Anlagen zurückzuführen war, sondern auch auf die Tatsache, dass das gesamte Werk neu war und bessere Arbeitsbedingungen bot (Bright 1958: 10).

Der Kern der von Ford als Automatisierung bezeichneten Anlage bestand aus Transfermaschinen mit integriertem Transport der Werkstücke zwischen den Bearbeitungsstationen. Das war, wie Bright anmerkte, noch immer klassische Mechanisierungstechnik. Bright kritisierte daher die Verwendungsweise des Begriffs der Automatisierung bei Ford, die im Grunde völlig hinter den Stand der Diskussion zu dieser Zeit zurückfiel:

> "Ford used the word 'automation' (1948) to describe the new equipment at the Cleveland Engine Plant designed to move blocks in and out of successive transfer machines automatically. (…) It was scarcely 'more automatic' than the transfer machinery itself, although it was important in eliminating manual effort and attention required to move the block. 'Automation' then, was not a new kind of control or production machine, but simply an additional mechanical handling device." (Bright 1958: 61)

Showcase der Automatisierung im Werk war auch hier die Zylinderblockfertigung. Betrachten wir diesen Prozess etwas näher.

Die betrachtete Anlage war die erste Generation von Anlagen im Cleveland-Werk.[79] Sie bestand aus 41 „in-line"-Transfermaschinen. Die in zwei Abschnitte unterteilte Fertigungslinie war 366 Meter lang und verrichtete 555 verschiedene Arbeitsgänge. Sie benötigte für ihre Bedienung eine Aufsichtsperson sowie zwei Instandhalter für die Auswechslung der sich abnützenden Werkzeuge und für Reparaturen. Das manuelle Handling beschränkte sich darauf, den Zylinderblock auf die Linie zu setzen, danach musste er nicht mehr angefasst werden. Der frühere Prozess im Rouge-Werk hatte 150 Einzelmaschinen erfordert, jede mit einem Arbeiter als Maschinenbediener, der die Teile jeweils manuell einsetzen und herausnehmen musste (Nevins/Hill 1963: 365; Weber 2003).

79 Die Beschreibungen der Automatisierung vom Cleveland-Werk sind in der Literatur nicht immer miteinander kompatibel, dies betrifft insbesondere die Beschäftigungswirkungen. Ein Grund ist, dass sie sich teils auf die Produktionslinie, teils auf den V6, teils auf den V8 beziehen und hier auch auf unterschiedliche Entwicklungsstände in dem sich schnell verändernden Werk.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Pollock beschreibt die Anlage als den damals am weitesten entwickelten Einsatz der Detroit Automation (Pollock 1964: 91f.).

5.3.2 Die Automationsdebatte in den USA

Das Cleveland-Werk hatte Bright zufolge um 1954 rund 4.500 Beschäftigte, davon 2.700 Direkte an den Produktionslinien (Bright 1958: 60). Offenbar gab es viele Bereiche, in die die Automatisierung noch nicht vorgedrungen war. Aber die Sorge vor einer „technologischen Arbeitslosigkeit", über die in der Öffentlichkeit breit diskutiert wurde, stand im Raum. So war es im Werk Cleveland, wo Reuther seinen vielzitierten Ausspruch tat, als ein Manager während einer Werksbesichtigung mit Blick auf die automatisierte Maschinerie anmerkte, dass es wohl schwierig für ihn werde, Gewerkschaftsbeiträge von all diesen Maschinen einzufordern: „And not one of them buys new Ford cars either", war daraufhin die knappe Antwort (zit. nach Barnard 1983: 154).

Durch die Modernisierung der Motorenfertigung war die Anzahl der Beschäftigten bei Ford bei etwa gleichem Output um fast ein Viertel reduziert worden, Entlassungen fanden jedoch nicht statt, die Nachfrage nach Automobilen lief auf Hochtouren, die Werke expandierten (Nevins/Hill 1963: 366): Am stärksten waren die direkten Arbeiter in der Mechanischen Fertigung von der Automatisierung betroffen. Ihre Anzahl wurde in den entsprechenden Bereichen um 90 % reduziert (Abernathy 1978: 193). Von Unternehmensseite wurde darauf verwiesen, dass dem eine erkleckliche Zahl neu entstandener Arbeitsplätze für indirekten Tätigkeiten gegenüberstand, insbesondere in der Instandhaltung. In diesem Sinne äußerte sich auch Fords Vice President Sullivan 1953 auf einem Treffen von Industrievertretern in Cleveland:

> "We may need fewer sweepers, fewer unskilled workers with monkey wrenches (Chaplins Kritik an der Fließbandarbeit hatte gesessen – Anm. d.A.), but we need many more engineers, electricians, mechanics, electronics experts, tool and die designers and makers, and the hundred and one other especially skilled workers required to keep the tremendously complex production lines in working order." (Edsforth/Asher 1995: 165)

Dies entsprach der zu dieser Zeit vorherrschenden Ansicht eines Upgrading der Arbeit durch Automatisierung: Einfache Tätigkeiten werden eliminiert, und es entstehen neue hochwertige und gutbezahlte Tätigkeiten. Bright

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

sah dies anders; er wurde zum schärfsten Kritiker der Upgrading-These und war einer der Wenigen, die sich auf empirische Befunde aus eigenen Untersuchungen berufen konnten. Seine Studie und sein Hintergrund als Harvard-Professor machten ihn zu einer Autorität in der Debatte. So nahm er auch als Experte an dem Automationskongress der IG-Metall in Frankfurt a.M. 1965 teil (vgl. Friedrichs 1965).

Als Ergebnis seiner empirischen Untersuchungen in verschiedenen Unternehmen, darunter auch bei Ford im Cleveland Werk, stellte Bright fest, dass die Automatisierung mit einer Verringerung der Qualifikationsanforderungen einherging. Seine Befunde, so konstatierte er, stellten die Geltung der Annahme infrage, dass Automatisierung generell zu einem Upgrading der Qualifikation der Belegschaft führe (Bright 1958: 176).

Diese Feststellung bezog sich sowohl auf die direkten wie auch auf die meisten indirekten Tätigkeiten.[80] Ausgenommen wurden von ihm die Planer der automatisierten Anlagen, Elektriker mit Elektronikkenntnissen für die Anlageninstandhaltung und perspektivisch auch die Programmierer, die damals noch keine Rolle spielten (Bright 1958: 195). Bright unterlegte sein Argument vor allem mit dem in der Tat extrem geringen Aufwand bei der Rekrutierung und Qualifizierung der Beschäftigten für dieses Leuchtturmwerk der Automatisierung. Eine besondere Qualifizierung hielt man, so merkte er an, offenbar nicht für erforderlich. Die Arbeiter der Montage kämen „off the streets" direkt an die Bänder. Für die Arbeit in den hochautomatisierten Bereichen wie an der Zylinderkopflinie, wo sie unter der neuen Tätigkeitsbezeichnung als Automation Equipment Operators eingesetzt wurden, erfolgte eine Auswahl unter dem Gesichtspunkt vorhandener Fähigkeiten auf Basis einer konventionellen Ausbildung als Maschinist oder aufgrund einer entsprechenden Arbeitserfahrung (Bright 1958: 179).

Was das Anlernen (Training) anbetrifft, so kommentiert Bright sarkastisch:

> "In one of the nation's most advanced engine plants the automatic cylinder-block line is regarded as the most highly automatic major machining sequence. To convert the former milling machine operators, broach operators, and so on into 'automation operators,' a training course had to be instituted. What time was required for this retraining effort? From 4 to 24 hours, I was told, depending on the complexity of the equipment.

80 "Everything considered, automation did not increase the skill requirements of indirect labor jobs (other than maintenance) in the great majority of instances. It seemed to increase the skill required of the machine design-building force." (Bright 1958: 185)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> Does a training course of one-half to three working days' duration reflect a significant increase in skill requirements?" (Bright 1958:180)

Dabei gab es tiefgreifende Veränderungen der Tätigkeitsstrukturen in den automatisierten Bereichen. So arbeiteten an einer 1954 von Bright untersuchten Zylinderblocklinie nur noch 19 % der Arbeiter wie früher an Maschinen, die Mehrheit patrouillierte nun abschnittsweise in dem Bereich, einige davon waren auch mit Einrichttätigkeiten befasst, rund ein Viertel führte Prüftätigkeiten durch (Bright 1958: 180).

Die Produktionsmanager sowohl auf mittlerer als auch auf der Leitungsebene im Cleveland-Werk vertraten in den Interviews mit Bright die Ansicht, dass die Automatisierungsmaßnahmen eher zu geringeren Anforderungen an Skills geführt hätten und daher kein besonderer Bedarf für eine Qualifizierung bestände. Der Vice President Industrial Relations von Ford äußerte sich schließlich dazu in einer schriftlichen Stellungnahme:

> "It is my belief that automation, as such, is not upgrading the work force other than the number and skills of employees, such as skilled maintenance people, required to keep automated devices in repair. Operators or 'observers' of automated equipment do not, generally speaking, require specialized skills." (Zit. nach Bright 1958: 181)

Eine erstaunliche Aussage! Hinter ihr steht vermutlich die Befürchtung, dass erhöhte Qualifikationsanforderungen zu Forderung nach höheren Löhnen führen würde. Tatsächlich gab es in der Gewerkschaft weitreichende Vorstellung im Hinblick auf die Nutzung der Produktivitätsgewinne. Pollock schreibt:

> „Bei der amerikanischen Gewerkschaftsbewegung bildet die Automation den Ausgangspunkt für eine Reihe sehr weitgehender Forderungen, wie der nach dem garantierten Jahreslohn, der Erweiterung der Rechte auf seniority und Pensionierung, der drastischen Verkürzung der Arbeitswoche und ‚faire' Beteiligung an der zu erwartenden Produktionssteigerung durch höhere Löhne und Preissenkungen." (Pollock 1964/1956: 19)

Bei Ford begann man nun, die Bedeutung von Automatisierung herunterzuspielen. Darauf wird gleich noch zurückgekommen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

5.4 Upgrading vs. Downgrading der Arbeit bei Bright und Braverman

In der Frage Upgrading oder Downgrading überwiege, so schreibt Bright in seinem 1958 erschienenen Grundlagenwerk, die Überzeugung, dass Automatisierung das Upgrading befördere.

> "Many management people, machinery manufacturers, and automation enthusiasts hold that 'upgrading' is the blessing of automation. It will relieve labor of drudgery of monotonous work, repetitive work. Superior levels of education and training are required to man the automated plant." (Bright 1958: 176)

Viele Gewerkschafter, Politiker und Wissenschaftler, wie auch Wiener, stimmten, so Bright, der Upgrading-These im Prinzip zu, leiteten daraus aber eine andere Schlussfolgerung ab. Ihre Befürchtung sei, dass die erhöhten Anforderungen dazu führen würden, dass Arbeiter ohne höhere Qualifikationen hier nicht mehr eingesetzt werden könnten.

> "These very skill and education requirements make the average worker unemployable. (…) The automated plant becomes a technological lockout of the common man. Such a factory will need superskilled specialists, not ordinary labor." (Ebd.)

Bright gibt das Argument mit der folgenden Aussage in heute ganz aktuell klingenden Formulierungen wieder:

> "Automaticity grows until no operators are required; then what employment opportunities exist in the factory? Only maintenance, setup, and design. The level of education required in some of these design jobs is of Ph.D. caliber. The maintenance skills require electronics training. Now the unskilled or semiskilled worker is helpless. He does not even understand the language, let alone the job. Automation, if this is true, ultimately will raise the skill requirements for employment by eliminating ordinary jobs." (Bright 1958: 188)

Die Tendenz zur Absenkung der Qualifikationsanforderungen könne allerdings, so Bright, durch eine Neugestaltung der Arbeitsorganisation abgeschwächt werden, beispielsweise durch Erweiterung des Aufgabenbereichs oder durch Schaffung neuer Tätigkeitsbilder mit höheren Skill-Anforderungen und höherer Verantwortungszuweisung. Aber das ändere wenig an der allgemeinen Tendenz.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Mit seiner, in der Einleitung bereits erwähnten, „Stufenleiter der Mechanisierung" unterlegte Bright seine empirischen Befunde auch theoretisch. In den 1950er und 1960er Jahren wurden zahlreiche Ansätze solcher Stufenleiter vorgeschlagen.[81] Zumeist bezogen sie sich auf die Entwicklungen im Bereich der Werkzeugmaschinen.

Das Kriterium der Zuordnung von Techniken zu einer bestimmten Stufe war für Bright der Grad der Selbsttätigkeit („Automatizität") von Maschinen. Seine Stufenleiter umfasste fünf Hauptstufen mit insgesamt 17 Stufen. In dem folgenden Einschub werden sie näher beschrieben (vgl. Bright 1958: 41ff. sowie Ulrich 1968a: 40).

I: Stufen 1–4. Hier dominieren Handarbeit und Nutzung von Handwerkzeugen. Manuelle Tätigkeiten im engeren Sinne befinden sich nur auf den ersten beiden Stufen. Schon auf Stufe 3 beginnt der Bereich der mechanisierten, aber immer noch handgeführten Geräten, die auf Stufe 4 auch Unterstützungsfunktionen z.B. bei der Bahnführung aufweisen. Zu ihnen gehörten einfache Werkzeugmaschinen, aber auch Hebevorrichtungen und Gabelstapler.

II: Stufen 5–8. Der Bereich mechanischer Steuerungen beginnt ab Stufe 4. Auf Stufe 5 führen Maschinen eine Abfolge von Handhabungs- und Bearbeitungsfunktionen in einer mit der Maschinenkonstruktion festgelegten Abfolge. Hierbei handelt es sich um die sog. Einzweckmaschinen. Hierzu zählt Bright auch das Fließband. Auf Stufe 6 befinden sich die Transfermaschinen. Auf dieser Stufe können Personen mit niedrigeren Qualifikationen die Arbeit an den Maschinen übernehmen. Aber nach wie vor ist die Steuerung mit der Maschinenkonstruktion fest vorgegeben. Dies war, Bright zufolge, der Entwicklungsstand der ersten Generation von Transfermaschinen im Cleveland-Werk. Auf Stufe 7 erfolgt eine Zentralisierung von Steuerungs- und Überwachungsaufgaben von Maschinen und Anlagen durch Fernsteuerungsvorrichtungen und auf Stufe 8 wird der Bearbeitungszyklus automatisch mit der Werkstückzufuhr ausgelöst.

III: Stufen 9–11. Hier beginnt der Bereich der Automatisierung im Sinne des Konzepts der Rückkopplungssteuerung. Auf Stufe 9 signalisiert die Maschine nur den Bearbeitungsstatus, auf Stufe 10 stellt sie Abweichungen der Ist- von den vorgegebenen Normwerten fest, gibt

81 Ein Übersichtsartikel von Eberhard Ulrich, damals am Institut für Arbeitsmarktforschung in Nürnberg tätig, listete insgesamt zwölf weitere Ansätze (vgl. Ulrich 1968a). Der erste Ansatz wurde 1951 von dem sowjetischen Autor Bedgishanow vorgelegt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

selbsttätig Fehlermeldungen aus und verfügt über automatische Abstellvorrichtungen für den Fall, dass ein Fehler auftritt. „In effect, the machine calls for human help." (Bright 1958: 43) An der Zylinderblocklinie im Cleveland-Werk waren einige Bearbeitungsschritte bereits auf dieser Stufe automatisiert. Durch ein Regelsystem aus Steuer-, Mess- und einem Speichersystem entfiel für den Menschen die stets wiederkehrende Betätigung von Knöpfen, Stellgliedern, das Handhaben und Ablesen von Messgeräten usw.

IV: Stufen 12–15. Die Maschine agiert selbsttätig, auch die Abstimmungs-, Regulierungs- und Dispositionsfunktionen werden von der Maschine übernommen. Stufe 12: Selbsttätige Änderung von Geschwindigkeit, Lage oder Richtung der Werkstücke entsprechend den Messergebnissen (rückwirkende Fehlerkorrektur); Stufe 13: Selbsttätige Abzweigung zum nächsten Bearbeitungsgang oder der Abweisung von Werkstücken aufgrund von Messergebnissen. Stufe 14: Identifizierung des nächsten Werkstücks und Wahl des entsprechenden Arbeitsgangs. Als Beispiel nennt Bright hier den Fall einer Werkzeugmaschine, die zwei Arten Gussstücke annimmt, selbsttätig zwischen ihnen unterscheidet und die Werkstücke entweder dem einen oder dem anderen Bearbeitungsgang zuführt. Dies war, so Bright, die höchste Automatisierungsstufe im Cleveland-Werk vorgefunden hat. Auf Stufe 15 befinden sich Maschinen, die ihre Arbeitsausführung selbsttätig prüfen und sich nach dem Ergebnis der Prüfung gegebenenfalls neu justieren.

V: Stufen 16–17. Die Maschine antizipiert Handlungsbedarf und agiert selbsttätig. Die höchste Stufe 17 ist erreicht, wenn sich der Prozess selbsttätig regelt, beispielsweise wenn Messinstrumente die Art der Änderung von Variablen feststellen, die Maschine den weiteren Verlauf der Änderung und die Auswirkungen auf den Prozess antizipiert und dann die entsprechenden Einstellungen selbsttätig anpasst.

Mit der Stufe 17 endet die Brightsche Stufenleiter – mit Visionen über zukünftige, höhere Stufen hat er sich nicht beschäftigt. Dies war bei anderen Autoren, die zu dieser Zeit Klassifikationsschemata entwickelten anders. Am weitesten ging dabei der tschechische Autor Jiri Auerhan (1961): er sah die höchste Stufe in automatischen Einrichtungen, die nicht nur die technische, sondern auch die ökonomische Leitung des Produktionsprozesses sicherten. Maschinen würden auch die vorbereitenden und kontrollierenden Arbeiten übernehmen, der Mensch hätte innerhalb des Produktionsprozesses keine Funktion mehr (Auerhan 1961, nach Ulrich 1968a: 35f.). Ulrich

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

selbst sah die höchste Stufe erreicht, wenn der Mensch als „Optimierungsmechanismus“ ersetzt wird (ebd.: 40).

Die lebhafte Diskussion über Stufenleiter brach Ende der 1960er unvermittelt ab. Sie wurde auch später nicht wieder aufgegriffen, als mit dem Aufkommen speicherprogrammierbarer Steuerungen, den Mikroprozessoren und der IuK-Technik ohne Zweifel höhere Automatisierungsstufen erreicht wurden. Für die Analyse der Auswirkungen technischer Entwicklungen und ihrer Auswirkung wäre das Stufenleiterkonzept, angesichts der im Weiteren in diesem Buch immer deutlicher werdenden Schwächen des Automatisierungsgrades als Indikator, durchaus ein sinnvolles Analyseinstrument.

Noch einmal zurück zu Bright: Was den zu seiner Zeit erreichten Stand der Automatizität anbetraf, so äußerte er sich deutlich skeptischer als viele seiner Zeitgenossen, indem er auf die Situation in der Montage verweist:

> “We have a long, long way to go to reach full automaticity. Automatic processing is relatively easy. Automatic assembly is the glaring weak spot; next to nothing has been done in this area except in the bulk-materials field and a handful of very high-volume, discrete-part manufacturing plants. Product inspection, in spite of certain dramatic advances, also is astonishingly unmechanized throughout industry. The human being’s versatility, sensitivity, and power of discrimination, plus materials-handling ability, are unique.” (Bright 1958: 107)

Bezogen auf die Diskussion, ob Automatisierung überwiegend zum Deskilling oder Upskilling führt – Bright zog die zeitgenössisch inzwischen stärker verbreiteten Begriffe „Downgrading“ bzw. „Upgrading“ vor –, bot der Brightsche Stufenansatz eine klare Antwort: Mit zunehmendem Entwicklungsstand der Technik werde das eigenständige Bewerten und Entscheiden der Arbeiter an den Maschinen immer weniger gebraucht. Automatisierung bedeute Downgrading der Arbeit, und dies gelte auch für die indirekten Tätigkeiten (vgl. auch die Abbildung in Bright 1958: 187; dieselbe Abbildung verwendet auch Braverman zur Illustration seiner Downgrading-These (Braverman 1977: 173).

Brights Analyse spielte in den Beratungen über arbeitspolitische Maßnahmen im Hinblick auf die Auswirkungen der Automatisierung auf die Beschäftigten eine wichtige Rolle. In einem Bericht, den er 1966 für die Na-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

tional Commission on Technology, Automation and Economic Progress[82] erstellte, verwies er auf Befunde seiner Forschung über automatisierte Fabriken und konstatierte, dass es dort auch nicht annähernd zu Aufwertungseffekten der Arbeitsinhalte gekommen sei. Im Gegenteil, es gebe mehr Anhaltspunkte dafür, dass die Automatisierung die Skill-Anforderungen auch im indirekten Bereich vermindert hätte (Bright 1966: 208). So vermindere sich beispielsweise der Arbeitsumfang für Aufgaben der Instandhaltung, da durch die gestiegene Leistungsfähigkeit die Anzahl an Maschinen sinke und die Störfallüberwachung durch neue Techniken erleichtert würde. Auf diese Weise würde in Zukunft nur noch ein kleiner Teil des derzeitigen Instandhaltungspersonals, vornehmlich aus dem Bereich der Elektrik/Elektronik, benötigt (ebd.: 172).

Daher wandte er sich gegen Bemühungen, durch Qualifizierung die Jobchancen der von Freisetzung bedrohten Beschäftigten erhöhen zu wollen:

> „Meiner Ansicht nach wären zu hohe Anforderungen hinsichtlich Ausbildung und Qualifikation ein schwerwiegender Fehler und eine mögliche Gefahr für unser wirtschaftliches und gesellschaftliches System. Wir werden nur Individuen verletzen, Lohnkosten übermäßig erhöhen, Enttäuschung und Verstimmung hervorrufen und gültige Jobmaßstäbe zerstören, wenn wir Normen setzen, die für eine gegebene Aufgabe nicht wirklich nötig sind." (Bright 1966: 220)

Die Frage des Deskilling wurde Anfang der 1970er Jahre von Harry Braverman[83] wieder aufgegriffen, und sie wurde zentral für dessen Theorie der Entwertung der Arbeit (Degradation of Work) (Braverman 1977). Seine eigenen Befunde bestätigten, so Braverman, auch bezogen auf höhere Automatisierungsstufen die Brightschen Prognosen sowohl bei den Arbeiter- wie bei den Angestelltentätigkeiten.

Das beherrschende arbeitspolitische Thema zu dem Zeitpunkt, als Braverman sein Buch verfasste, war die Einführung computergesteuerter Werkzeugmaschinen. Der Anteil dieser Maschinen an den in der Industrie eingesetzten Werkzeugmaschinen hatte 1968 gerade einmal 1 % betragen, nun nahm er rasch zu. Braverman teilte, ebenso wie Bright, die weit verbreite-

82 Die Kommission war 1964 von Lyndon B. Johnson eingesetzt worden, nachdem eine scharfe Rezession 1960–61 die Sorgen über technologische Arbeitslosigkeit wieder auf die Tagesordnung gebracht hatte.

83 Braverman gilt als Begründer der Labor Process Theory. Seine wichtigste Publikation war 1974 „Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century" (hier nach der deutschen Ausgabe 1977 zitiert).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ten optimistischen Schlussfolgerungen im Hinblick auf eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen und Aufwertung der Produktionsarbeit nicht. Die numerische Steuerung werde vielmehr dazu genutzt, so argumentierte er, um die Arbeit des qualifizierten Maschinenarbeiters auf verschiedene Tätigkeitsgruppen aufzuteilen, die alle weniger Ausbildung, Fähigkeiten und Lohnkosten erforderten:

- auf Teileprogrammierer, um die Spezifikationen der Konstruktionszeichnungen in einer für die Codierung geeigneten Form aufzubereiten;
- auf Arbeitsvorbereiter, um den Bearbeitungsprozess in der Werkstatt genau vorzuplanen und entsprechend zu disponieren;
- auf Codierer, in der Mehrzahl Frauen, zur Eingabe der Codierungen;
- auf die Maschinenarbeiter, für die sich die Anforderungen wesentlich verringert hätten. Im Vergleich zu einer vierjährigen Ausbildung zum Maschinenschlosser genüge für sie inzwischen eine viermonatige Ausbildung (Braverman 1977: 158).

Dabei, so Braverman, bestehe kein Zweifel, „daß vom praktischen Standpunkt aus gesehen nichts den numerisch gesteuerten Bearbeitungsprozess daran hindern sollte, die Domäne eines einzigen Handwerks zu bleiben." (Ebd.: 156) Der Maschinenschlosser (im englischen Original: Machinist) verfüge in der handwerklichen Produktionsweise über alle für die Programmierung erforderlichen Kenntnisse der Metallbearbeitung, der Teileprogrammierer werde demgegenüber spezialisiert darauf, die Spezifikationen aus der Ingenieurszeichnung zu entnehmen und auf einem Planungsbogen festzuhalten; er brauche das tatsächliche Handwerk der Metallbearbeitung nicht zu beherrschen. „Er lernt stattdessen lediglich den Schatten des Prozesses in tabulierter und typisierter Form, und damit hört sein Lernen auf. Man lehrt ihn, diese Informationen in einer für die Kodierung geeigneten Weise aufzuarbeiten." (Ebd.:157) Für Braverman bedeutete die neue Arbeitsteilung für alle abgespaltenen Tätigkeitsgruppen im Vergleich zu der ursprünglichen ganzheitlichen Arbeit der Maschinenführer eine krasse Abwertung. (Vgl. dazu die Beschreibung der Tätigkeit der Maschinisten Ende des 19 Jahrhunderts in Kapitel 2, S. 62)

Die Vorstellung von ganzheitlicher Arbeit bei Braverman entsprach dem handwerklichen Ideal, wonach Handwerksmeister und ihre erfahrenen Ge-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

sellen alle Facetten ihres Berufs beherrschten. Damit folgte er aber eher romantisierenden Vorstellungen über die Realität handwerklicher Arbeit.[84]

Die Braverman-Debatte über die Abwertung von Produktionsarbeit erhielt in den 1980er Jahren – zumindest in Deutschland – eine neue Wendung durch die These einer Reprofessionalisierung der Produktionsarbeit von Kern/Schumann (1970; 1984) (dazu mehr in Kapitel 7).

5.5 Rationalisierung und Restrukturierung

1960 begann in den USA eine Rezession, der von der Regierung Kennedy mit keynesianischen Mitteln begegnet wurde. Kennedy selbst äußerte sich kritisch dazu, dass seine Politik der Vollbeschäftigung durch Automatisierungsmaßnahmen der Unternehmen konterkariert würde. Bei Ford distanzierte man sich nun von den revolutionären Konnotationen des Begriffs Automatisierung der Ära Ende der 1940er. Henry Ford II bezeichnete Automatisierung als „a first-rate scareword", dabei sei sie doch nur ein Teilmoment eines evolutionären Prozesses eines Anstiegs der Produktivität, der in keiner Weise mit dem Vollbeschäftigungsziel im Konflikt stehe (vgl. Resnikoff 2019: 44f).

Ohnehin war Automatisierung auch bei Ford nicht der einzige Ansatz des Unternehmens gewesen, die Produktion auf einen verschärften Wettbewerb vorzubereiten. Eine Maßnahme war der Ausbau der Industrial Engineering Abteilung. Lichtenstein spricht mit Blick auf die Entwicklungen im Werk River Rouge von einem „post-war surge of corporate Taylorism":

> "Ford reorganized and greatly expanded its production engineering department, which then inaugurated a massive program to do time studies of virtually every job at the Rouge." (Lichtenstein 1986: 253)

Die eigentliche Bedeutung dieser Maßnahme wird erkennbar, wenn man sie in den Kontext der Reorganisation der Produktionsstrukturen des Unternehmens stellt. Aufgrund der 1948 gebildeten Managementebene der Ford Assembly Operations war das Werk River Rouge nur noch eines von zwölf Werken der Automotive Assembly Division in Nordamerika. In ähnlicher Weise wurden auch die Presswerke sowie die Motorenwerke des Unternehmens einer zentralen Leitungsebene unterstellt. Die Werke wurden nun immer stärker von oben reguliert. Es entstand ein neuer Typ

84 So lautet auch die Kritik der Projektgruppe Automation und Qualifikation der Zeitschrift *Argument* 1978.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

von Werken, die bezogen auf Größe, Organisationsstruktur, Fertigungstiefe, Maschinenausstattung weitgehend standardisiert waren und die miteinander konkurrierten. Die Zuteilung des Auftragsvolumens, die Planung der Fertigungsprozesse und der Einkauf neuer Fertigungseinrichtungen erfolgten durch die Unternehmenszentrale.

Diese Maßnahmen hatten auch Auswirkungen auf die Art und Weise der Automatisierung. Während die Werke nun deutlich kleiner waren als das Werk River Rouge und Economy-of-Scale-Vorteile dadurch verringert wurden, profitierte die Zentrale von der Möglichkeit, Automatisierungstechniken mit geringerem Risiko in einzelnen Werken ausprobieren zu können und dann ggf. die entsprechenden Maschinen und Anlagen für mehrere Werke in Serie bei Anlagenherstellern zu ordern.

Die Zentralisierung von Konzeptentwicklungen und Planungen für neue Werke und der Einsatz neuer Techniken ermöglichten eine höhere Professionalisierung und Spezialisierung auf Unternehmensebene und eine höhere Durchsetzungsmacht gegenüber den Zulieferern von Maschinen und Anlagen. Sie bedeutete aber auch einen Kompetenzabbau in den Werken, führte dort zur Entleerung der Arbeitsinhalte und der Kompetenzen des Shopfloors insgesamt.

Ein wachsendes Problem war nun die Komplexität des Fertigungsprogramms. Von Seiten des Unternehmens wurde eine zunehmende Vielfalt von Fahrzeugmodellen angeboten. Der dadurch ausgelöste Anstieg der Flexibiltätsanforderungen in der Produktion hätte grundlegende neue produktionsorganisatorische Lösungen erfordert, sei es durch Nutzung flexibler Technologien oder auf Basis eines Ansatzes wie er zu dieser Zeit bereits bei Toyota verfolgt wurde, von dem man zu dieser Zeit aber noch nichts (oder doch?) wusste (dazu mehr in Kap. 6). Durch den Bau neuer Werke, die jeweils auf bestimmte Fahrzeugmodelle ausgerichtet wurden, konnten Anforderungen an die Flexibilität der einzelnen Werke aber niedrig gehalten werden.

Die Parallelstruktur der Werke erlaubte es dem Unternehmen, variantenflexibel zu produzieren, obwohl die einzelnen Werke weiterhin mit noch zum größten Teil typspezifischen, also inflexiblen Anlagen fertigen konnten. Auf diese Weise konnte der Flexibilisierungsdruck, der von den Märkten auf die Produktionsorganisation ausgeübt wurde, zum großen Teil abgefangen werden. Für ein durchschnittliches Werk veränderten sich die Anzahl unterschiedlicher Fahrzeuge und damit die Flexibilitätsanforderungen an die Produktion kaum. Mitte der 1960er Jahre erfolgte durch die Art und Weise, wie das Programm den Werken zugeteilt wurde, sogar

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

eine Abnahme der Anzahl der pro Werk produzierten Fahrzeugmodelle (Abernathy 1978: 131).

Das Arrangement von Zentralwerk und Zweigwerken, das vierzig Jahre bei Ford bestanden hatte, wurde sukzessive aufgelöst, an die Stelle trat ein neuer nach Größe, Fertigungstiefe und Ablaufstruktur hochgradig standardisierter Werkstyp, mit dem eher an den Branch Plants angeknüpft wurde als an das Konzept des Rouge-Werks. Dieses wurde im Anschluss an diese Reorganisation Schritt für Schritt zerlegt. Teilbereiche, wie das Stahlwerk und das Glaswerk wurden an andere Firmen verkauft. Ende der 1970er gab es in dem Montagwerk Dearborn nur noch um 4000 Beschäftigte.

Zu einem zunehmend wichtigen Instrument der Effizienzsteigerung dieser Werke in der Hand der Divisionszentralen wurde wie bei General Motors, wo dieser Prozess schon früher eingesetzt hatte, das Benchmarking und die dadurch ausgelöste zwischenbetriebliche Konkurrenz. Die zentrale Kennziffer hierbei war die Produktivität. Jürgens et al. beschreiben, wie Betriebsvergleiche Anfang der 1980er Jahre gezielt eingesetzt wurden, um Betriebe in Konkurrenz zueinander zu setzen und auf diese Weise Druck auf die Verlierer im Ranking auszuüben (Jürgens et al. 1989: 196ff.). Die Ergebnisse dieser Vergleiche spielten auch in den Auseinandersetzungen zwischen Gewerkschaften und Management auf betrieblicher Ebene eine wichtige Rolle. So wurde die Vergabe von Investitionen bzw. von Fertigungsaufträgen durch die Divisionszentrale an die Werke von deren Abschneiden im betrieblichen Leistungsvergleich abhängig gemacht.

5.6 General Motors' Hightech-Debakel

Bei General Motors stand man der Fordschen Automatisierungsoffensive in den 1950ern von vornherein kritisch gegenüber. Noble vermerkt:

> "At General Motors executives were forbidden to use the word automation not only because it drew attention to its major competitor but also because the word had come to have 'bad connotations'." (Noble 1984: 67)

Im Verlauf der 1970er Jahre änderte sich diese Haltung. Neue technische Entwicklungen, vor allem in der Halbleitertechnik, ließen die Erwartungen bezogen auf die Potenziale der neuen Automatisierungstechniken steil ansteigen.

GM war nicht das einzige Unternehmen, das so dachte. In Europa war es insbesondere Fiat bestrebt, die Chancen der neuen Technologien zu

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

nutzen, um die Kontrolle über die Betriebe zurückzugewinnen. Ende der 1960er fanden hier heftige Arbeitskämpfe statt. Aufgrund zunehmender Radikalisierung der Arbeiter unter Führung von Studenten entglitt den Gewerkschaften die Kontrolle. Der „heiße Herbst" 1969 war eine Revolte gegen die Arbeitsbedingungen in der Industrie generell und besonders gegen Fließbandarbeit, ein Weckruf, der schon bald von den Arbeitern in Lordstown aufgenommen wurde. (Vgl. Lange 2021)

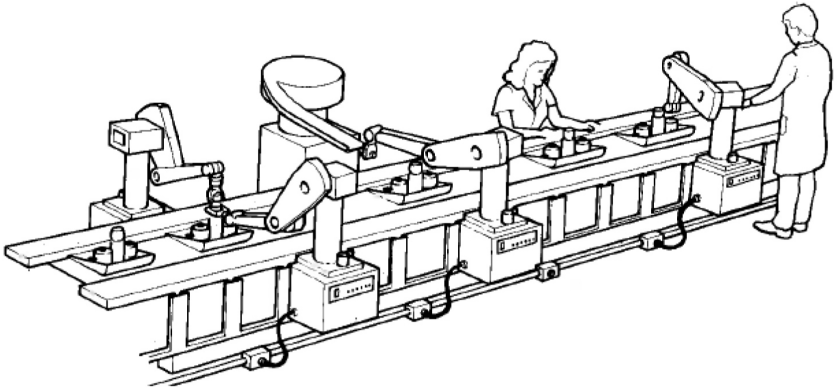
Die Robotertechnik hatte sich mittlerweile weiterentwickelt. Die Roboter der ersten Generation besaßen nur eine sehr geringe Flexibilität, die Roboter der zweiten Generation waren durch Record Playback- oder NC-Technik frei programmierbar. Die dritte Generation verfügte nun über Sensoren und die Fähigkeit, auf Veränderungen im Umfeld zu reagieren. In japanischen Statistiken fielen sie unter die Rubrik der „intelligenten Roboter" (vgl. Arai 1989).

Der Fortschritt bei der Computertechnik ermöglichte es Maschinen nun, Roboter durch miniaturisierte Computer, den Mikroprozessoren, zu steuern und sie beispielsweise mit NC-Maschinen zu synchronisieren. Auch war es nun im Prinzip möglich, wie Engelberger, Erfinder des Roboterarms und Gründer von Unimation, dem ersten kommerziellen Hersteller von Industrierobotern, hervorhob, Steuerprogramme für die Roboter direkt aus CAD-Daten zu generieren und auf diese Weise Beschäftigte in der Arbeitsvorbereitung zu ersetzen (Engelberger 1980: 7).

General Motors entwickelte als erstes Unternehmen ein Konzept für den Einsatz von Robotern an Montagelinien unter der Bezeichnung PUMA – Programmable Universal Machine for Assembly. Die GM-Spezifikationen gaben eine Roboterkonstruktion vor, die sich bezogen auf den Raumbedarf und die Fähigkeit zur Handhabung von Gewicht bewusst an Menschen orientierte. Schutzzäune für neben ihnen arbeitende Personen, um die Arbeiter gegenüber unvorhergesehene Bewegungen der Roboterarme abzusichern, waren nicht vorgesehen. Abbildung 36 stellt das Konzept des PUMA-Systems unter Verwendung von Unimate-500-Robotern dar. Vorgesehen war der Einsatz in Vormontagebereichen für die Herstellung von beispielsweise Instrumententafeln, Getrieben, Lichtmaschinen u.a.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 34: Einsatz von Industrierobotern an einer konventionellen Montagelinie



Quelle: Engelberger (1980: 137)

Für Ende 1982 plante GM laut einer Studie der OECD den Einsatz von 1.600, für 1985 von 5.000 und für 1990 von 14.000 Robotern. Von den Letzteren waren 5.000 für den Einsatz in Montagebereichen vorgesehen. Man rechnete damit, dass ein Roboter zwei Arbeiter ersetzte, also das Ganze mit einem Abbau von 28.000 Arbeitsplätzen weltweit einherging (OECD 1983: 74).[85]

Große Pläne hatte man auch bezogen auf den Einsatz von FTS. Inzwischen richtete sich der Blick auch auf die Vernetzung der eingesetzten IT-Systeme im Sinne der weithin diskutierten Zielvorstellung einer computerintegrierten Fertigung (CIM). Auch der Schritt hin zu Systemen der künstlichen Intelligenz (KI) schien nicht mehr weit (zu der KI-Welle in den USA in den 1980er Jahren vgl. Greene 1990).

Mit Blick auf die nun einsetzbaren neuen Techniken sah man bei GM die Chance, dem Trend zu wachsenden Marktanteilen kostengünstiger Importfahrzeuge aus Deutschland und Japan mit einer Strategie zu begegnen, die auf amerikanischen Stärken aufbaute. Für die Umsetzung dieser Strategie war das in den 1960er Jahren gebaute Werk in Lordstown in Ohio vorgesehen. Gebaut werden sollte dort der Chevrolet Vega, ein brandneu-

85 Eine Delphi-Studie der American Society of Manufacturing Engineers prognostizierte 1983, dass um 1990 rund 50 % der Fahrzeugendmontage von programmierbaren Maschinen ausgeführt würden und die Entwicklung in der Sensortechnik es dann ermöglichen würde, Roboter mit annähernd den gleichen Fähigkeiten wie denen von Menschen für Montagetätigkeiten einzusetzen (OECD 1983: 58, 76).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

es Produkt, das als „Importfighter“ gegen die deutschen und japanischen Erfolgsmodelle vorgesehen war. Was dann geschah, war ein Debakel, das weltweit zu einem Umdenken in der Frage der Arbeitsbedingungen in den Automobilfabriken führte. Diese Entwicklung soll im Folgenden näher betrachtet werden.

Das Werk wurde mit dem neuesten Stand der Technik ausgestattet – erstmals wurde auch eine nennenswerte Anzahl von Industrierobotern eingesetzt. Das Werk wies den höchsten Automationsgrad aller Automobilwerke in den USA auf und wurde vom Unternehmen als Modell für die Fabrik der Zukunft angesehen. Die Produktion wurde auf die extrem kurze Taktzeit von 36 Sekunden, 100 Fahrzeuge pro Stunde, ausgelegt, in üblichen Montagewerken waren es pro Stunde 60 Fahrzeuge. Zugleich wurden die Abläufe durch das Industrial Engineering auf hohe Effizienz getrimmt. Das Kalkül war, dass durch Automatisierung besonders belastende und schwierige Tätigkeiten entfielen und deshalb ein höheres Tempo in der Produktion möglich würde, was wiederum zur Senkung der Arbeitskosten pro Fahrzeug führen und so die höheren Investitionskosten durch die Automatisierung kompensieren würde. Entsprechend rekrutierte man eine junge Belegschaft, die Zahl der Bewerber war sehr groß und erlaubte es, die besten auszuwählen, die meisten besaßen einen Highschoolabschluss.

Schwerpunkt der Automatisierung war – den Aussagen von Unternehmensseite zufolge – die Fahrzeugmontage, tatsächlich erfolgte sie schwerpunktmäßig im Karosserierohbau. In der Fahrzeugmontage wurde nicht viel verändert, außer dass auch hier im mörderischen Tempo produziert wurde. Im Karosserierohbau lag der Automationsgrad bei 95 %, das war Anfang der 1970er Jahre weltweit ein Spitzenwert. Mit der Einführung einer computerunterstützten Qualitätskontrolle und eines „Line Balancing and Product Mix Scheduling“-Systems wurden darüber hinaus erstmals auch IT-Systeme eingesetzt. Der Montageprozess wurde laut Abernathy im Verlauf der Entwicklung des Vega „tausendfach“ am Computer simuliert (Abernathy 1978: 214).

Industrieroboter spielten allerdings nicht die Hauptrolle bei der Automatisierung des Karosserierohbaus. Der größte Teil der eingesetzten Automatisierungstechnik bestand aus Vielpunkt-Schweißmaschinen (Multiwelders) die wir schon im vorigen Kapitel kennengelernt haben. Von Robotern wurden lediglich 20 % der Schweißpunkte an der Vega-Karosserie gesetzt (ebd.: 137).

1970 lief die Produktion an – es kam zu einem Debakel. „Lordstown became a manufacturing hell“ schreiben Ingrassia/White, zwei Journalisten

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

(eine berühmt gewordenen Formulierung von Elon Musk vorwegnehmend, vgl. dazu Kapitel 10), die den Niedergang der amerikanischen Automobilindustrie in den 1970er und 80er Jahren in einem mit dem Pulitzer-Preis gekrönten Buch beschreiben. (Ingrassia/White 1994: 418).

Die Geschehnisse in Lordstown wurden von der *New York Times* als eine Rebellion „against the dehumanizing effect of automation" bezeichnet; die Zeitschrift *Business Week* sah als Erklärung ein „increasingly serious problem of worker discontent on automated assembly lines everywhere", (zit. bei Rothschild 1975: 17). 1972 stimmte die Belegschaft nach Monaten ständiger Konflikte mit großer Mehrheit für einen Streik, der drei Wochen andauerte.

Der britische Arbeitssoziologe John Child, der die damaligen Vorgänge untersuchte, beschreibt, was damals in der Fabrik geschah:

> "Vehicles regularly began to come off the line with upholstery slashed, windscreens smashed, wirings severed and bodies dented. At earlier stages it was possible to find engines which should have been assembled passing down the line as a neatly stacked pile of parts, while body jobs such as welding, paint preparation and rustproofing were constantly being skimped. By early 1972 the plant's repair bay, with space for 2,000 vehicles, frequently overflowed, halting production in the middle of the shift." (Child 1978: 198)

Die Beschreibung erinnert an die Vorgänge während der Ludditenbewegung, als wütende Weber die Webmaschinen zerstörten, die sie ihrer Erwerbsgrundlage beraubten. Aber in Lordstown war die Konfliktlage komplizierter, und im Grund ging es nicht um Fragen der Automatisierung und den Erhalt von Arbeitsplätzen. Die Konflikte in Lordstown hatten mehrere Ursachen.

Die am häufigsten in Befragungen genannten Ursachen waren die Arbeitsbedingungen an den Fließbändern und die enorm kurzen Taktzeiten. Braverman verweist darauf, dass 1968 die Montagewerke von General Motors ihre Zeitvorgabensysteme auf Computer übertrugen und man die Gelegenheit nutzte, um die Leistungsanforderungen an die Arbeiter zu steigern. Für ihn war dies die eigentliche Ursache der Streiks in Lordstown (Braverman 1977: 141). Demnach waren die Proteste die Reaktion auf scharfe Rationalisierungsmaßnahmen.

Andere Erklärungen verwiesen auf die sozialstrukturellen Veränderungen. Inzwischen war die Generation der Baby Boomer aus der Nachkriegszeit in die Betriebe gekommen, die Kinder der inzwischen zu einem gewis-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

sen Wohlstand gelangten Arbeiterfamilien, geprägt von Woodstock und von dem Vietnamkrieg, an dem viele selbst teilgenommen hatten. Dieser Generation erschien die kurzzyklische, sinnentleerte Arbeit, die immer noch in den Betrieben vorherrschte, nicht mehr zumutbar, sie verlangte bessere Arbeitsbedingungen, Aufstiegsmöglichkeiten und Beteiligung.

Vor Ort hatte man, eigenen Untersuchungen zufolge, noch eine andere Erklärung. (Vgl. Jürgens et al. 1989: 102) Hier sah man die Bildung der General Motors Assembly Division (GMAD), die kurz zuvor stattgefunden hatte, als einen wichtigen Faktor, der zu der Unzufriedenheit beigetragen hat. Dadurch wurden, wie früher schon bei Ford, die Montagewerke von GM unter eine zentrale Leitung gestellt, zugleich wurde die bisherige Eigenständigkeit der Karosseriebau, die bis dahin einer eigenen Division unterstanden (Fisher Body), aufgehoben. Dies hatte Auswirkungen auf die Senioritätsrangfolge unter den Arbeitern. Wer bereits über eine hohe Seniorität verfügte, die schon einen guten Schutz gegenüber einem Lay-off bot, sah sich nun möglicherweise auf einer niedrigen Stufe. Damit verbunden waren brisante Fragen, die das Verhältnis zwischen weißen und schwarzen Arbeitern betrafen (vgl. dazu Kapitel 4).

Was auch immer die lokalen Ursachen waren – die Ereignisse machten Lordstown weltweit zum Symbol für die Forderungen nach Humanisierung der Arbeit und Abschaffung von Fließbandarbeit.

In Lordstown beruhigte sich die Situation schon bald wieder. Die tiefe Krise, in die die amerikanische Automobilindustrie Ende der 1970er geriet (so konnte Chrysler nur durch einen staatlichen Bail-Out dem Konkurs entgehen), rückte für die Beschäftigten die Sorge vor einem Verlust der Arbeitsplätze in den Vordergrund. Als ein Ergebnis der Streiks senkte das Unternehmen die Bandgeschwindigkeit. Der Takt von 100 Fahrzeugen pro Stunde hatte sich ohnehin auch für die Maschinen als zu schnell erwiesen. Am Ende des Jahrzehnts wurde das Werk für ein neues Fahrzeugmodell umgerüstet. (Vgl. zu der weiteren Entwicklung Ingrassia/White 1994: 418ff.)

Trotz der Lordstown-Erfahrung legte General Motors in den 1980er Jahren eine ambitionierte Hightech-Strategie auf. Zwischen 1980 und 1985 investierte das Unternehmen gigantische Summen in neue Fabriken, Maschinen und Ausrüstungen und Produkte.

Der Gipfelpunkt dieser Strategie war der Bau des Werks Hamtramck, benannt nach dem dafür niedergewalzten Stadtteil in Detroit. Hier sollte eine neue Generation von kompakten, verbrauchseffizienten Highend-Automobilen mithilfe neuester State-of-the-Art-Techniken, darunter hunderte von Robotern und die neueste Generation von FTS (AGVs) hergestellt

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

werden. Ingrassia/White beschreiben (mit kritischem Unterton), wie man sich den Ablauf vorstellte:

> „Parts would arrive "just in time," and be toted by robot-guided carriers known as AGV's (automated guided vehicles) to the right spot on the line. Engines would be ferried to the car bodies by AGV's, too. Robot arms would do all the painting, and apply all the caulk and sealer to the bodies so they would be perfect every time. Massive welding machines called robo-gates would stitch together car bodies in seconds. Millions of dollars-worth of computers would test each car's electrical system for malfunctions." (Ebenda: 79)

Aber es kam wieder völlig anders. Als die Produktion anlief, häuften sich die Probleme mit den neuen Techniken, und die Arbeiter standen hilflos vor der komplizierten softwaregesteuerten Technik. Wenn die Roboter ausfielen, mussten die Techniker des Roboterherstellers geholt werden, um das Problem zu lösen (ebd.: 111). Bei größeren Störungen stand das ganze Werk still (Ingrassia/White 1994: 111).[86] Hamtramck sollte die Kosten pro Fahrzeug auf das Niveau Toyotas senken, aber das Gegenteil trat ein. Ingrassia und White:

> "Instead, it turned into a Waterloo for Smith and his automation campaign. Hamtramck was a fantastically expensive and inefficient parody of Toyota's system. The plant had hundreds of robots, but it also had 5,000 workers on the payroll, just like an old-style GM factory." (Ingrassia/White 1994: 111)

Die viele Automatisierungstechnik hatte nicht zu Einsparungen beim Personal geführt. Dies bedeutete das Ende der Hightech-Strategie von General Motors. Das Ziel lautete nun, bis 1996 alle Werke nach dem Vorbild des Systems, das von Toyota inzwischen bei NUMMI, dem Joint Venture von Toyota und GM in Kalifornien eingeführt hatte, umzugestalten. Inzwischen sah man die Vorgänge im Lichte einer sich verschärfenden Konkurrenz mit der japanischen Automobilindustrie und das Geschehen bei GM als weiteren Beleg für die Überlegenheit japanischer Produktionsmethoden. In der Diskussion, so berichtet ein Consultant der in den 1980ern Unternehmen in den USA und in Japan (über die Einführung von Künstlicher Intelligenz)

86 Ähnliche Erfahrungen wurden auch bei GM Europe gemacht (vgl. Jürgens 1989: 189f).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

beraten hat, standen sich in vielen Unternehmen zwei Lager gegenüber, die"Leans" und die Automates":

> „Currently, the 'automates' are losing ground to the 'leans.' In the recent past, firms have used automation as a quick fix solution which only served to exacerbate their problems. The work forces were not trained thoroughly enough to make the transition to new automation systems that some 'automate' managements attempted. The 'automates' now desperately seek some conceptual clue that will guide them to defeating Japanese competition. Without this clue, the morale of management plummets. Meanwhile, the 'leans' are driven to a desperate anti-automation stand by the same Japanese pressure. They believe, in absence of a conceptual principle for defeating the Japanese, that copying is the only workable approach." (Greene 1990:33)

In Europa war man noch nicht zu dieser Schlussfolgerung gelangt. Die Erfahrungen mit den ersten Einsätzen der flexiblen Technologie verliefen hier weniger traumatisch, und die Unternehmen setzten weiter auf den Einsatz von Industrierobotern Führend war dabei Fiat. Der Ritmo/Strada war Ende der 1970er Jahre das erste Fahrzeugmodell, dessen Karosserie vollständig von Robotern zusammengebaut wurde. Das von seinem Tochterunternehmen Comau entwickelten Robogatesystem ermöglichte die Montage mehrerer Fahrzeugmodelle auf einer Linie.

5.7 Neuorientierung auf das Modell Japan

Am Ende der 1970er Jahre wurde am MIT das internationale Forschungsprogramm „The Future of the Automobile" ins Leben gerufen (Altshuler et al. 1984). Die zentrale Fragestellung war: „Can automobility endure?" Unterstützt und beraten wurde die internationale Forschergruppe aus den USA, Japan und Europa von Vertretern der führenden Automobilunternehmen (ebd.: 4).

Bald fokussierten die Diskussionen unter den Teilnehmern des Programms auf die Frage der Wettbewerbsfähigkeit der westlichen Automobilindustrie gegenüber Japan und damit auf die Zukunft der *westlichen* Automobilproduktion. Über die Ursachen dieser japanischen Wettbewerbsüberlegenheit kursierten die unterschiedlichsten Vorstellungen. Es existierten nur sehr wenige Untersuchungen über die Besonderheiten der Produktionsorganisation japanischer Betriebe in der Fachliteratur, und diese

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

waren bis dahin kaum zur Kenntnis genommen worden. Die Ford Motor Company spielte eine Schlüsselrolle dabei, dass sich dies nun änderte. Das Unternehmen hatte 1979 einen 25 %-Anteil an Toyo Kogyo (später in Mazda umbenannt) erworben und vermochte nun, von sich aus unternehmensinterne Vergleiche anzustellen. Erste interne Reports wurden verfasst. Die Reaktion: Ungläubigkeit, dann: das muss man sich näher anschauen. Ab 1977 häuften sich die Reports, zunehmend auch von anderen westlichen Herstellern, und es begann eine Reisewelle westlicher Manager nach Japan.

Alle diese Reports zeigten ein ähnliches Bild, die Produktivitätsunterschiede waren riesig, es lagen sprichwörtlich Welten dazwischen, und die Ursachen lagen vor allem im Bereich der Produktionsorganisation – und nicht in Mentalitätsunterschieden und Arbeitseinstellungen, gewerkschaftlichem Einfluss und eben auch nicht in der Höhe des Automatisierungsgrades! Exemplarisch für die Vielzahl von Benchmarking-Studien zu dieser Zeit soll im Folgenden eine Untersuchung von Abernathy, Clark und Kantrow (1981) zitiert werden. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde von den Autoren eine Rangfolge der wichtigsten produktivitätsbestimmenden Faktoren erstellt, die in Tabelle 8 wiedergegeben wird.

Tabelle 8: Sieben Einflussfaktoren auf die Produktivität – Vergleich von Technologie, Management und Organisation

Faktor	**Japanische Praktiken, verglichen mit den in den USA üblichen**
Prozessgestaltung, Produktionsorganisation (40 %)	Das System der Produktionssteuerung minimiert Lagerhaltung, reduziert Ausschuss und offenbart Probleme. Das Anhalten der Produktionslinie trägt zur Eliminierung von Defekten bei. Anlagenbediener führen Routinewartungsarbeiten durch; das Zweischichtsystem gewährt mehr Zeit für eine gründlichere Instandhaltung als das Dreischichtsystem.
Jobdesign (18 %)	Die Tätigkeiten sind breiter angelegt, sie umfassen mehr Aufgaben und erfordern mehr Qualifikation; es gibt eine höhere Beteiligung an der Planung und Steuerung der Abläufe; die Qualifikationsanforderungen an die einfachen Produktionsarbeiter sind höher; es gibt weniger Hierarchieebenen im Management.
Personalmanagement, Absentismus (12 %)	Das Level der vertraglichen Freizeit ist vergleichbar; unentschuldigte Abwesenheitszeiten sind in Japan viel geringer als in den USA.
Eingesetzte Technik, Automatisierungsgrad (10 %)	Der Stand der Technik ist insgesamt vergleichbar. Japaner verwenden mehr Roboter an; ihre Presswerke erscheinen etwas höher automatisiert als US-amerikanische.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Faktor	Japanische Praktiken, verglichen mit den in den USA üblichen
Qualitätskontrolle (9 %)	Die Japaner setzen weniger Inspektoren ein, da die Produktionsarbeiter mit mehr Verantwortung ausgestattet sind; die guten Zuliefererbeziehungen und hohenQualitätsstandards ermöglichen weniger Wareneingangskontrollen.
Produktdesign (7 %)	Die Japaner besitzen mehr Erfahrung in der Produktion von Kleinwagen und betonen das „Design for Manufacturability".
Arbeitstempo (4 %)	Die Datenlage ist hier uneindeutig: Manche Produktionslinien laufen schneller, manche scheinen langsamer zu laufen.

Quelle: Abernathy et al. (1981: 76); eigene Übers.

Die Produktivitätsfrage wurde zu einem zentralen Thema der öffentlichen Diskussion und der Politik. (Vgl. dazu Dertouzos et al.: 1990) Das Thema wurde zum Gegenstand heftiger internationaler Spannungen bis mit dem Plaza Agreement 1986 eine Lösung gefunden wurde, in die auch Deutschland aufgrund seiner ungleichen Handelsbilanz mit den USA einbezogen war. Die Lösung bestand in einer drastischen Aufwertung des Yen (und einer etwas geringeren Aufwertung der D-Mark) gegenüber dem US-Dollar. In Japan führte sie im weiteren Verlauf allerdings zum Entstehen der Bubble Economy, mit deren Platzen das stürmische Wachstum der japanischen Wirtschaft schließlich ihr Ende fand.

1980 war auch die Geburtsstunde des sog. Benchmarkings eines neuen Zweigs der Consultingindustrie, so begann beispielsweise Jim Harbour seine Aktivitäten als Produktivitätsconsultant in der Automobilindustrie in diesem Jahr. Harbour war nach seiner Tätigkeit als Director of Manufacturing bei Chrysler für eine Consultingfirma tätig, die im Auftrag von Toyota einen Standort für ein geplantes Werk in den USA suchte. Er führte schon Anfang der 1980er Jahre Produktivitätsvergleiche zwischen japanischen und US-amerikanischen Betrieben durch und machte auf die großen Unterschiede aufmerksam.[87]

Die Befunde von Abernathy et al. ebenso wie von Harbour und anderen wurden in den 1980ern zunächst noch nicht besonders ernst genommen. Hier mussten erst die negativen Erfahrungen mit den Hightech-Projekten,

87 Harbour war nach seiner Tätigkeit als Director of Manufacturing bei Chrysler für eine Consultingfirma tätig, die im Auftrag von Toyota einen Standort für ein geplantes Werk in den USA suchte. Nach eigenen Angaben war er einer der Ersten, die über eine vertiefte Kenntnis des Toyota-Systems verfügten, als alle Welt begann, sich dafür zu interessieren.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

wie oben im Falle von GM beschrieben, hinzukommen. Aber sie waren der Ausgangspunkt für das Mitte der 1980er Jahre am MIT aufgelegte International Motor Vehicle Program (IMVP), in dem die Fragen nach den Erklärungsfaktoren des japanischen Modells und seiner Übertragbarkeit auf westliche Automobilhersteller ganz in den Vordergrund rückten. Das 1989 erschienene Buch „The Machine that changed the world" (Womack et al. 1990), das daraus resultierte, wurde zur Bibel der Lean-Production-Bewegung. Es bestätigt im Wesentlichen die oben dargestellten Befunde (dazu mehr in Kapitel 8).

5.8 Zwischenresümee

Die Nachkriegszeit war die Hochzeit der gesellschaftlichen Debatten über Automatisierung. Es gab weitreichende Pläne von Unternehmen und man hatte hohe Erwartungen im Hinblick auf die Produktivitätsgewinne aber auch große Befürchtungen im Hinblick auf die Folgen für die Beschäftigten. Wir begegnen hier zum ersten Mal dem Phänomen krass überhöhter Erwartungen und Fehlprognosen, das offenbar seither untrennbar mit dem Automatisierungsdiskurs verbunden ist.

Von den Unternehmen, Ford als Vorreiter, wurde Automatisierung erstmals als eine Unternehmensstrategie mit einer eigenen Organisationsstruktur und Expertenstäben eingeführt und entsprechende Leuchtturmprojekte im Rahmen des Baus neuer Werke geschaffen. Technisch beruhten die auf dieser Basis errichteten neuen Werke im Wesentlichen auf der Technologie der „Detroit Automation" der 1930er Jahre.

Für die Entwicklung der ersten Nachkriegsjahrzehnte in den USA prägend war der soziale Interessenausgleich, der mit dem „Frieden von Detroit" gefunden wurde, und der zum Ausgangspunkt für den Aufbau eines Systems von Sozialleistungen wurde. Der hohe Kapitaleinsatz durch die Automatisierung erforderte ein höheres Maß an Planbarkeit und dementsprechend sozialen Frieden in den Betrieben. Dies machte die Unternehmen kompromissbereiter, und die Gewerkschaften erkannten, dass sie durch die Automatisierungsmaßnahmen der Unternehmen und die daraus resultierenden Produktivitätssteigerungen Verhandlungsspielräume für ihre Forderungen erhielten. Die Sicht der Gewerkschaften auf Automatisierung wandelte sich. Wurde sie bis dahin als ein Mittel zur Entmachtung der Facharbeiter und zur Abwertung von Produktionsarbeit gesehen, so sah man sie jetzt eher als Chance zur Durchsetzung der eigenen Forderun-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

gen. Auch auf Seiten des Staates wurde dies erkannt, und es wurden komplementäre Regelungen in Bereich der Industriellen Beziehungen und sozialstaatliche Institutionen geschaffen. Es entstand ein neues Wachstumsmodell, der Nachkriegsfordismus. Automatisierung wurde als Mittel der Produktivitätssteigerung gesehen und von den Gewerkschaften unterstützt.

In Bezug auf die Auswirkungen auf Arbeit standen nun erstmals die „Massenarbeiter" des Fordismus im Mittelpunkt. Die in diesem Kapitel diskutierte Frage, ob die Automatisierung für die verbleibenden Arbeiter einen weiteren Schritt der Vereinfachung/Abwertung von Produktionsarbeit bedeutet oder umgekehrt zu erhöhten Qualifikationsanforderungen führt oder ob beides zutrifft und es zu einer Polarisierung kommt, blieb auch in der Folgezeit und bis heute eine der zentralen Fragen.

Der Einsatz der neuen in der Kriegszeit entstandenen Technologien in den Betrieben erfolgte nach weiteren technischen Entwicklungen in den 1970er/80er Jahren. Sie wurden in großen Stil und unter großem Handlungsdruck im Rahmen von Hightech-Automatisierungsprojekten eingesetzt und scheiterten, wie die Darstellung zeigte, spektakulär. Auch die im Rahmen dieses Buches untersuchten Unternehmen in Japan und Deutschland führten teils zeitlich etwas versetzt in dieser Zeit große Automatisierungsprojekte durch, mit denen sich die anschließenden Kapitel noch beschäftigen werden. Die 1980er waren das Jahrzehnt mit den höchsten Zuwachsraten bei den Automatisierungsgraden, sie markieren aber auch einen Umkehrpunkt aufgrund des Scheiterns und der Enttäuschungen der damit verbundenen Erwartungen.

Mit der Neuorientierung in Richtung Lean Production war die Zeit der großen Automatisierungsprojekte fürs erste beendet. Nur dank der Einführung neuer Fahrzeugtypen gelang es den großen US-Herstellern, die Krise zu überwinden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

6. Toyota – Automatisierung ja, aber …

6.1 Einleitung

Die Toyota Motor Company (TMC) wurde 1937 gegründet. Das Unternehmen ging von Beginn an seinen eigenen Weg, und dies gilt auch für die Automatisierung. Dieser besondere Weg ist Gegenstand dieses Kapitels. Das Toyota-Produktionssystem (TPS) wurde zum Leitmodell und Paradebeispiel für das Lean-Production-System, das Ende der 1980er Jahre in der westlichen Automobilindustrie zu einem teilweise radikalen Kurswechsel führte.

Automatisierung (auf Japanisch: Jidoka) ist gemäß den klassischen Darstellungen eine der beiden tragenden Säulen des Toyota-Produktionssystems. Von keinem anderen Unternehmen wurde ihr in der Selbstdarstellung ein so hoher Stellenwert beigemessen wie von Toyota. Aber dies gilt nicht für Automatisierung per se. Die Besonderheiten des Ansatzes von Toyota sind nicht einfach zu erschließen.

Am Beginn der Darstellung steht die Gründungsgeschichte der TMC, die in Abschnitt 6.2 beschrieben wird – insbesondere die prägende Rolle der Gründerfamilie Toyoda vor dem Hintergrund der Entwicklungen in Wirtschaft und Politik in Japan vor dem Zweiten Weltkrieg. In Abschnitt 6.3 geht es um die Entstehung des TPS. Dargestellt wird die Herausbildung der zentralen Prinzipien und Funktionsmechanismen. Im ersten Schritt werden das Wirken Taichi Ohnos, der in der Literatur als „Vater" des TPS angesehen wird, seine Ausgangsüberlegungen und Maßnahmen sowie die Widerstände, denen er bei ihrer Umsetzung begegnete, beschrieben. Im zweiten Schritt wird das besondere Verständnis von Automatisierung, das sich mit dem Begriff „Jidoka" verbindet, diskutiert, und im dritten wird das Kanban-System als ein Anwendungsbeispiel dafür analysiert. Es folgt in einem vierten Schritt eine kurze Darstellung des Konzepts der Reißleine, als einem weiteren Anwendungsbeispiel für Jidoka.

Abschnitt 6.4 enthält eine Darstellung zentraler Besonderheiten des Personalsystems, das eine wichtige Stütze des TPS bildet. Dieses System baut auf japanischen Kulturbesonderheiten auf und zielt auf die Vermeidung vieler der Probleme in den Arbeitsbeziehungen, die man in den westlichen Ländern beobachten konnte.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der Prozess der Herausbildung der Bestandteile des Toyota-Produktionssystems war Anfang der 1970er Jahre im Wesentlichen abgeschlossen. In dieser Zeit begann in Japan eine Phase des Hyperwachstums und für Toyota eine Phase der raschen Expansion. Mit der Errichtung neuer Werke erfolgte auch eine Weiterentwicklung des TPS – Abschnitt 6.5 beschreibt diesen Prozess und diskutiert die Rolle, die das Netzwerk der Werke der Toyota-Gruppe für die Gewährleistung der Beschäftigungssicherheit der Stammbelegschaft der TMC leistet.

Anfang der 1990er Jahre geriet das japanische System in eine Krise. In der Folge wurden grundlegende Reformen des TPS unternommen. Diese sind das Thema des Abschnitts 6.6. In Japan setzten die Unternehmen nun auf Automatisierung im westlichen Sinne, verfolgte aber auch Ziele der Humanisierung der Arbeit.

In Abschnitt 6.7 werden der Stand der Automatisierung und die Produktivitätsentwicklung bei den japanischen Automobilherstellern Anfang der 1990er Jahre dargestellt und die Darstellung über Toyota abschließend bilanziert.

6.2 Anfänge der japanischen Automobilindustrie und Toyotas

Japan war zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch ein weitgehend agrarisch geprägtes Land. 1906 waren noch 65 % der Erwerbsbevölkerung in der Landwirtschaft tätig, 16 % arbeiteten in der Industrie, die übrigen in anderen Sektoren.

Die Textilindustrie war der „Kernbereich und Schrittmacher von Japans Industrialisierung“ (Hentschel 1986: 131). Fast zwei Drittel der Fabrikarbeiter – die Mehrheit von ihnen Frauen – arbeiteten in der Textilindustrie (ebd.: 141f.). Erst Anfang der 1950er Jahre hat die Textilindustrie diese Position als größter Industriezweig abgegeben – an den Maschinenbau; die Automobilindustrie nahm diese Rolle erst später ein.

Anfang des 20. Jahrhunderts war die Zeit der großen Unternehmenszusammenschlüsse (genannt Zaibatsu) in Japan. Die Unternehmen der aufstrebenden Elektroindustrie waren die Träger der Modernisierungsbewegung und der Rezeption des Taylorismus. Die Veröffentlichung der „Principles of Scientific Management“ in japanischer Sprache im Jahr 1913 stieß auf großes Interesse. Großunternehmen händigten das Buch an ihre Belegschaften aus, bei Mitsubishi erhielten 20.000 Beschäftigte ein Exemplar. Nach dem japanisch-russischen Krieg hatten progressive Reformer die

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Oberhand, es entstand eine sozialistische Bewegung und Gewerkschaften wurden gegründet. Dies war auch die Zeit der Abschaffung des traditionellen „Labor Boss System" – so die Bezeichnung des internen Kontraktsystems (vergleichbar mit dem in Kapitel 2 beschriebene System in den USA) – und der Einrichtung eines modernen Personalmanagementsystems in vielen japanischen Unternehmen. Die Zaibatsu waren vor allem an effizienzsteigernden interessiert. Ein großes Interesse bestand aber auch an sozialen Aspekten. So verbrachte ein Manager von Sumitomo, einem der führenden Zaibatsu, im Auftrag seines Unternehmens (und offenbar mit Unterstützung von Ford) ab 1916 zwei Jahre in Fabriken von Ford und studierte dort vor allem soziale Aspekte der Gestaltung der Arbeitsumgebung, der Einrichtungen zur Arbeitssicherheit und der Schulungskurse für Foremen (Nakae 1979: 182).

Vor diesem Hintergrund entstanden in den 1920er Jahren viele der später charakteristischen Merkmale der japanischen Arbeitsbeziehungen, wie die Prinzipien der lebenslangen Beschäftigung, der Entlohnung nach Dauer der Unternehmenszugehörigkeiten (Seniorität) und der Einrichtung von Unternehmensgewerkschaften (ebd.: 185; vgl. auch Tsuitsui 1998). Aber die Verbreitung blieb auf einzelne Unternehmen begrenzt.

Viele japanische Automobunternehmen entstanden allerdings nicht im Schoße der international ausgerichteten Zaibatsu, sondern entwickelten sich aus den kleinbetrieblichen Strukturen und Traditionen der Textilindustrie in ländlich zurückgebliebenen Regionen heraus. Dies galt auch für Toyota, das bei der Betrachtung hier im Fokus steht.

Am Anfang der Geschichte des Unternehmens stand Sakichi Toyoda. (Vgl. zum Folgenden: Toyoda 1987; Toyota 2012; Wada 2020) Sein Werdegang begann fast exakt zur gleichen Zeit wie der Henry Fords. Wie dieser war er ein Selfmademan ohne akademische Ausbildung. Sein Interesse galt der Entwicklung von Textilmaschinen. 1890 erwarb er ein erstes Patent für eine Webmaschine, handbetrieben und aus Holz, hergestellt in der väterlichen Schreinerei.

Es folgten viele weitere. 1897 stellte er eine erste Version einer automatischen Webmaschine vor, sie wurde von einer Dampfmaschine angetrieben. Diese Maschine verfügte bereits über eine Vorrichtung, die die sie automatisch stoppte, wenn der Schussfaden riss. Die Idee des automatischen Maschinenstopps, sobald ein Fehler im Fertigungsprozess auftrat, wurde später unter der Bezeichnung Jidoka zu einem Grundprinzip des Toyota Produktionssystems (dazu unten mehr).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der Toyoda Power Loom erzielte aufgrund der besseren Qualität des damit hergestellten Stoffs öffentliche Aufmerksamkeit. Sakichi Toyoda entwickelte die Maschine weiter und gründete 1904 sein erstes Unternehmen. Seine Webmaschinen waren für eine Stoffbreite, wie sie auf dem südostasiatischen Markt üblich war, spezialisiert, eine Nische, die von den westlichen Textilmaschinenherstellern bisher noch nicht besetzt worden war.[88]

Die Webmaschinen Toyodas verkauften sich so gut, dass das neu gegründete Unternehmen bald das Interesse des Mitsui Konzerns erweckte, einem der führenden Zaibatsu in Japan, der als Mitgesellschafter in das Unternehmen einstieg. Nach Zerwürfnissen mit dem Mitgesellschafter verließ Sakichi das Unternehmen und gründete 1918 noch einmal ein eigenes Unternehmen (Toyoda Boshuku). Hier wurde bald auch sein Sohns Kiichiro tätig, der spätere Gründer des Automobilherstellers Toyota.

Kiichiro Toyoda hatte Maschinenbau studiert und sah seine Zukunft ebenfalls im Bereich des Textilmaschinenbaus. Er beteiligte sich auch an der Entwicklung einer Hochleistungswebmaschine, von der man sich eine besondere Absatzsteigerung versprach. Es wurde ein neues Werk gebaut (Kariya) und für eine Massenproduktion dieses Maschinentyps ausgerüstet (Toyota 2012). Zu diesem Zweck wurden spezielle Werkzeugmaschinen aus den USA und Deutschland importiert und eine eigene Gießerei errichtet. An dem neuen Maschinentyp war auch ein führender britischer Textilmaschinenhersteller interessiert, der schließlich 1929 das Patent dafür erwarb. Die Verhandlungen dafür hatte bereits Kiichiro geführt, sein Vater starb ein Jahr später.

Während der länger hinziehenden Verhandlungen, die in England stattfanden, hatte Kiichiro die Zeit genutzt, um Betriebe zu besuchen und sich mit den Entwicklungen im Bereich des Maschinenbaus und mit neuen Produktionsmethoden vertraut zu machen und dabei ein zunehmendes Interesse auch an den Entwicklungen in der Automobilindustrie gewonnen. Er entschloss sich daher nach dem Tod seines Vaters, den Erlös des Patentverkaufs als Grundlage für den Einstieg in eine Automobilproduktion zu verwenden.

Das Timing war günstig. Der japanische Automobilmarkt wurde von amerikanischen Herstellern dominiert – sehr zum Verdruss der zunehmend nationalistisch eingestellten japanischen Regierung. Ford besaß ein Montagewerk in Yokohama, GM eines in Osaka. Der Markt für den Absatz von Pkw war zu dieser Zeit noch völlig unentwickelt.

88 Vgl. zu den Webmaschinenpatenten von Toyoda Mass/Robertson (1996: 24f.).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In der japanischen Regierung wurden 1930 Pläne für den Aufbau einer nationalen Automobilindustrie diskutiert. Insbesondere die Textilhersteller der Region um Nagoya waren in dieser Hinsicht aktiv. Es gab Pläne, die Region zu einem zweiten Detroit zu machen, und es existierte bereits ein Konsortium regionaler Maschinenbaufirmen und ein Prototyp für ein entsprechendes Fahrzeug (vgl. Wada 2020: 49)). Das Projekt scheiterte, aber Toyota konnte daraus einen Stamm kompetenter Personen für den Aufbau der eigenen Fahrzeugproduktion rekrutieren. Auch andere Textilmaschinenbauer wie Suzuki gründeten damals Automobilunternehmen (vgl. ebd.; Shimokawa 1994).

Anfang der 1930er begann Kiichiro Toyoda in einem neu eingerichteten Bereich des Textilmaschinenwerks mit der Entwicklung erster Prototypen für ein Automobil und produzierte auf Anforderung der Regierung hin auch erste LKWs. 1937 fiel die Entscheidung, die Toyota Motor Company zu gründen und ein Werk in Toyota City (damals noch unter dem Namen Koromo) zu errichten, das heute als das Stammwerk (Honsha) bezeichnet wird.

Mitte der 1930er Jahre stieg auch Nissan auf Drängen des Militärs in die Lkw-Produktion ein und errichtete ebenfalls ein Montagewerk für die Pkw-Produktion, das 1934 eröffnet wurde. Leitende Manager waren Amerikaner. Um schnell Fuß zu fassen, kaufte Nissan Maschinen und Anlagen für die Produktion in den USA. Auch für die Fertigung von Motorblöcken und Zylinderköpfen wurden Maschinen und Anlagen in den USA eingekauft. 1937 produzierte Nissan 8.000 Lkw und ebenso viele Pkw und galt damit als der erste „Massenproduzent“ von Automobilen in Japan. Als Ford seine japanische Niederlassung in Yokohama schloss, rekrutierte Nissan viele der ehemaligen Ford-Beschäftigten und übernahm den Großteil der Anlagen aus dem dortigen Montagewerk (Cusumano 1985: 39f., 45).

Bei Toyota ging man einen anderen Weg: Anstelle eines Technologietransfers oder einer Kooperation mit einem ausländischen Hersteller war man hier entschlossen, den Aufbau einer Automobilproduktion aus eigener Kraft und mit eigenen Konzepten zu bewältigen.

Der Gründungsmythologie zufolge hatte Kiichiro Toyoda schon vor dem Bau des Werks klare Vorstellungen von dem Produktionssystem, das er installieren wollte. Er wollte in dem neuen Werk eine Fließproduktion einführen, die weitestgehend ohne die Errichtung von Teilelagern auskam (Toyoda 1987: 57). Nur die Teile, die für die Tagesproduktion erforderlich sind, sollten vorgehalten werden. Kiichiro verwendete dafür bereits den Begriff „Just in Time“ (ebd.).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In Fachkreisen wurde damals, so schreibt der Wirtschaftshistoriker Wada, unterschieden zwischen High-Volume Production (Fertigung austauschbarer Teile durch Angelernte) und Mass Production (wie die erstere, aber zusätzlich die Verwendung von Einzweckmaschinerie). Ausgangspunkt für beide waren die Grundprinzipien des American System.

> "'high-volume production' requires the absolute interchangeability of parts. Therefore, there is no fitter in 'high-volume production.' However, 'high-volume production' would not be equal to genuine 'mass production' with an extensive use of special-purpose machine tools. The present condition of Japan would not allow engineers to install a large number of machines." (Wada 1995: 14)

Wenn auch die Mittel für die spezielle Mechanisierung, die ein „genuines" System der Massenproduktion erforderte, fehlten, so wurde (ähnlich wie in Deutschland in den 1920er Jahren (dazu mehr in Kapitel 7) argumentiert, stünde der Einführung einer Fließproduktion doch nichts im Wege:

> "The essence of 'mass production' would be a smooth flow of production. A smooth flow of production could be achieved without any mechanization." (Wada 1995: 14)

Für die Planung der Fabrik bereiste der Chefplaner für das neue Werk fünf Monate lang die USA und besuchte dort Werke von Ford, Chrysler und Graham-Paige und analysierte deren Produktions- und Materialflüsse. Den Einkauf von Werkzeugmaschinen bei unterschiedlichen Herstellern verband er mit genauen Untersuchungen über deren Anforderungen an Material und Fertigungsmethoden (Daito 2000: 141f.). Hier wird bereits der Versuch erkennbar, einen eigenen Weg der Automatisierungstechnik zu gehen, der außerhalb der Alternative Einzweck- versus Universalmaschine lag.

Das Erfordernis einer höheren Flexibilität im Vergleich zu den Fordschen Einzweckmaschinen ergab sich, so Cusumano, aus der Einschätzung des Standes der eigenen Fähigkeiten im Automobilbau und der Begrenzungen, die der noch kleine japanische Markt für den Aufbau eines Systems der Massenproduktion stellte:

> "(They) knew that their vehicles contained many defects and would have to be constantly improved, and that specialized, single-function machine tools and heavy dies made it difficult and expensive to modify designs. Furthermore, since Kiichiro did not believe that he would be able to produce cars and trucks at anywhere near the volumes of American

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> manufacturers, for machines such as body stamping presses, he preferred smaller equipment than used in the United States or at Nissan." (Cusumano 1985: 66)

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Gründung Toyotas, obgleich sie in einer ländlichen Region Japans und ohne vorherige Erfahrung im Automobilbau erfolgt war, auf umfangreichen Kenntnissen über amerikanische Automobilindustrie und den Stand der technologischen Entwicklung in den fortgeschrittensten Industrieländern basierte. Die Abweichungen von den im Ausland beobachteten Strukturen und Praktiken waren daher das Ergebnis bewusster Entscheidungen für einen eigenen Weg.

6.3 Herausbildung des Toyota-Produktionssystems

6.3.1 Die Rolle von Taichi Ohno

Es war Taichi Ohno, der die zentrale Rolle bei der Herausbildung des TPS[89] spielte. Das System wird daher von einigen Autoren auch als Ohnoismus bezeichnet. Die Darstellung folgt hier zunächst dem personenzentrierten Narrativ.

Ohno wechselte 1943 aus dem Textilmaschinenbau der Toyodas zum Automobilbau. Hier wurde ihm die Leitung eines Bereichs in der Mechanischen Fertigung übertragen.[90] Kiichiro Toyoda hatte als Unternehmenschef gleich nach Beendigung des Krieges das Ziel ausgegeben, den Produktivitätsvorsprung der amerikanischen Hersteller innerhalb der nächsten drei Jahre einzuholen. Ohno berichtete in einem Interview, das Koichi Shimokawa und Takahiro Fujimoto, zwei Universitätsprofessoren und über Japan hinaus anerkannte Automobilindustrieexperten, mit ihm später geführt haben, über seine damaligen Überlegungen. Den Produktivitätsrückstand gegenüber den US-amerikanischen Herstellern habe er damals auf das

89 Ohno gehörte auch zu den ersten Autoren, die Veröffentlichungen über das TPS vorlegten. Sie erschienen in japanischer Sprache in den 1970er Jahren, in englischer Sprache ab Ende des Jahrzehnts. Die Beschreibungen waren zumeist recht vage. Daher wird hier vor allem die Darstellung von Monden zur Grundlage genommen, der eine erste umfassende Darstellung des TPS in englischer Sprache publizierte (Monden 1983).

90 Nach weiteren Karrierestufen auf Fabrikebene wurde Ohno 1970 Produktionsvorstand (Executive Vice President). Nach seinem Ausscheiden aus dem Unternehmen 1978 war er als Consultant weiter tätig.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Zehnfache geschätzt, ein so hoher Rückstand könne nicht nur durch den Einsatz von Maschinen eingeholt werden.

> "I could see that different ways of managing production were a bigger factor than equipment. So, I went to work on modifying our production system: leveling production, standardizing work, and optimizing factory layouts." (Ohno zit.in: Shimokawa/Fujimoto 2009: 7)

Ein zentrales Problem zu dieser Zeit war, so Ohno in dem Interview, der Ausgleich der riesigen Produktionsschwankungen. In jedem Monat war man über drei Wochen damit beschäftigt, die Teile für die beiden damals gefertigten Lkw-Modelle herzustellen bzw. sie von den Zulieferern zu beschaffen. In der letzten Woche des Monats wurden die Fahrzeuge dann in hektischer Eile zusammengebaut, um die Monatsplanung einzuhalten. Auf diese Weise habe man dreimal mehr Personal benötigt als es bei einer geglätteten Fertigung erforderlich gewesen wäre. Die starken monatlichen Schwankungen zwischen Unterauslastung und dann wieder Überlastung bedeuteten, so Ohno, eine extreme Verschwendung. Ziel müsse eine Just-in-Time-Produktion sein, d.h. Teile dann in den richtigen Mengen bereitzustellen, wenn sie wirklich benötigt werden. Ohno insistierte in dieser Hinsicht so hartnäckig, dass man ihn wieder in die Mechanische Fertigung für Motoren- und Getriebeteile versetzte, wo er versuchen sollte, seine Vorstellungen zu realisieren (Shimokawa/Fujimoto 2009: 8). Der Ausgangspunkt für das spätere TPS lag also in der Teilefertigung für den Bau der zentralen Aggregate im Fahrzeug wie Motor und Getriebe. Mit dem Fließband hat sich Ohno kaum befasst.

Ohno war durch und durch Taylorist. Seine erste Aktion war, so berichtet er in dem oben erwähnten Interview, die Arbeit zu standardisieren. Für jede einzelne Arbeitsaufgabe wurden Standards für die Art und Weise der Ausführung festgelegt, in einem Handbuch detailliert dokumentiert und für alle sichtbar an den Arbeitsplätzen ausgehängt. Auf diese Weise konnten Vorgesetzte nun auf einen Blick erkennen, ob die Arbeiter die Standards befolgten. Seine Widersacher auf dem Shopfloor waren die Foremen der Facharbeiter, die auch hier eine dominierende Rolle einnahmen. Ohno:

> "The shop floor in those days was controlled by foremen-craftsmen. Division managers und section managers could not control the shop floor, and they always made excuses for production delays. So, we first made manuals of standard operation procedures so that supervisors could see if the workers were following the standard operation at a glance. Also, I

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> told the people to revise the standard operation procedures continuously saying, 'You are stealing money from the company if you don't change the standard for a month'." (Ohno zit. bei Fujimoto 1999: 64)

Mit dem letzten Satz macht Ohno deutlich, dass es ihm nicht nur um die Einhaltung der Standards ging, sondern um ihre ständige Anpassung an Veränderungen und um kontinuierliche Verbesserungen. Ohno sah das Problem nicht wie Taylor in der Leistungszurückhaltung von Beschäftigten aus Eigeninteresse, dem „Soldiering" wie Taylor es nannte, sondern in der aus guter Absicht betriebenen „Überproduktion" als einer Vorsichtsmaßnahme, um im Falle von Störungen in den vorgelagerten Bereichen notfalls weiterproduzieren zu können.

Ohnos Ziel war, die Produktion gegenüber den starken Schwankungen und teilweisen Einbrüchen der Nachfrage robuster zu machen. Diese Zielsetzung blieb auch handlungsleitend, als später die Bedingungen für eine Massenproduktion gegeben waren. Um zugleich eine maximale Effizienz zu erreichen, wurden die Prozesse äußerst stringent nach dem Prinzip umgestaltet, dass an den Arbeitsstationen nur das Minimum von Bearbeitungsteilen und Materialien vorgehalten werden durfte. Jedwede Produktionsaktivität an den Arbeitsstationen war einzustellen, sobald von der nachgelagerten Station keine Teile mehr abgerufen wurden, was immer auch die Gründe dafür waren. Würde man dennoch mit der Produktion fortfahren, so wäre dies eine Überproduktion und damit eine Verschwendung, die in diesem Falle, so Ohno, besonders schwer wog, weil sie den Blick auf die Ursachen von Störungen verstellte. Ohnos Insistieren auf die Eliminierung von Puffern in den Fertigungsprozessen stieß bei den Shopfloor-Vorgesetzten auf Widerstand. Nur durch Unterstützung von oberster Stelle konnte er letztlich seine Vorstellungen durchsetzen.

Die Mechanische Fertigung umzustrukturieren, war nicht einfach. Für die Einführung einer Fließfertigung benötigte Ohno zwei Jahre (Wada 1995: 22). Danach wurde das System im gesamten Unternehmen ausgerollt. Für die Umstellung auf Fließfertigung war (wie bei Ford) eine beträchtliche Erhöhung der Anzahl der Maschinen erforderlich. Beispielsweise wurden in der mechanischen Fertigung des Zylinderkopfes anstelle von bisher 50 nun 200 Maschinen benötigt. Um einen entsprechenden Anstieg der Beschäftigtenzahlen zu vermeiden, mussten die Arbeiter für den Einsatz an unterschiedlichen Maschinentypen qualifiziert werden. Ohno begann bald damit, Grenzschalter oder ähnliche Vorrichtungen an den Maschinen anbringen zu lassen, die gewährleisteten, dass die Maschinen automatisch

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

anhielten, wenn ein Problem auftrat bzw. wenn der Arbeitsgang beendet war. Nun mussten die Arbeiter ihre Maschine nicht mehr eng überwachen, sondern konnten noch andere Aufgaben übernehmen. Ohno hob in diesem Zusammenhang die Unterscheidung zwischen „multi-process-handling" und „multi-machine-handling" hervor; ihm sei es um das Erstere gegangen, dem Wechsel zwischen *unterschiedlichen* Maschinen (Shimokawa/Fujimoto 2009: 12).

Fließfertigung und Mehrmaschinenbedienung sowie das Verbot der Überproduktion hatten zur Folge, dass die Kapazitätsausnutzung der einzelnen Maschinen stark zurückging. Aber darin sah man kein Problem (Monden 1993: 72). Die eigenen Maschinen seien schon abgeschrieben. Darüber hinaus spare man an Investitionskosten. Wenn man mit geringeren Nutzungsraten plane, dann könne man durchaus „low cost, lower capacity equipment" einkaufen (ebd.: 73). Einen weiteren Vorteil sah man in den verringerten fachlichen Anforderungen – stieg die Nachfrage plötzlich stark an, dann genüge es, Zeitarbeiter einzustellen. „Since the machines have typically been improved for simple handling, temporary workers can work independently after only a brief training period." (Ebd.: 74) Bezogen auf Deskilling war man also ganz bei Ford.

Die Arbeiter leisteten Widerstand gegen die Mehrmaschinenbedienung:

> "The workers called the newly created system of flow production the 'Ohno Line,' and some complained bitterly about the changes. Although the main issue in dispute during the labor conflict of spring 1950 was job security rather than job assignment, union leaders aroused rank-and-file members against Ohno's new practices and incited them to chant 'Destroy the Line'!" (Daito (2000: 148)

Der Erfolg von Ohnos Produktivitätsoffensive erwies sich zunächst als Bumerang. Regierungsmaßnahmen zur Bekämpfung der Inflation führten 1948 zu einer tiefen Rezession in Japan. Toyota geriet in Probleme. Man hatte sich in den ersten fünf Jahren nach dem Krieg auf Produktivitätsverbesserung konzentriert und die Produktivität um das Fünf- bis Sechsfache erhöht, der Produktionsoutput wurde entsprechend gesteigert. Als die Nachfrage einbrach, saß das Unternehmen – ganz ähnlich wie Ford nach dem Ersten Weltkrieg – auf einem Berg unverkaufter Fahrzeuge; eine Krise, in die sich das Unternehmen durch seine Fokussierung auf Produktivitätsverbesserungen selbst hineinmanövriert hatte. Es geriet in Liquiditätsschwierigkeiten und stand vor dem Bankrott. Banken sprangen ein, verlangten aber Kosteneinsparungen und Umstrukturierungen. Fast 40 %

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

der Arbeiter mussten das Unternehmen verlassen, teils durch „freiwillige" Verrentung, teils durch Entlassungen (vgl. dazu Nomura/Jürgens 1995: 85). Es kam zu Streiks und Massenprotesten – ohne Erfolg, das Unternehmen setzte sich durch. Die Gewerkschaft musste ihre Niederlage eingestehen und löste sich auf. Kiichiro Toyoda übernahm die Verantwortung für das Desaster und trat zurück. Nachfolger wurde sein Cousin Eiji.

Die Episode war ein Schlüsselmoment für das Unternehmen. Es formierte sich eine managementfreundliche Unternehmensgewerkschaft, getragen vor allem von unteren Vorgesetzten auf dem Shopfloor, die in den Wahlen der Folgezeit die Führungspositionen übernahmen und das vom Management geforderte uneingeschränkte Direktionsrecht akzeptierten. Zugleich war man sich im Unternehmen einig, dass es nie wieder zu einer Situation kommen dürfe, in der Entlassungen vorgenommen werden müssen.

Danach gab es noch für eine längere Zeit eine Atmosphäre der Verbitterung und Gegnerschaft auf dem Shopfloor (Fujimoto 1999: 341). Eine gemeinsame Deklaration von Gewerkschaft und Management markierte dann aber 1962 den Beginn einer neuen Phase kooperativer industrieller Beziehungen. Hintergrund waren die Vorbereitungen für das erste auf eine Massenproduktion ausgerichtete Werk (Takaoka), wo die Produktion 1966 anlief. Die Deklaration wird auch heute noch als eine Art Grundgesetz im Unternehmen betrachtet. Unternehmen und der Gewerkschaft verpflichteten sich darin zu einer vertrauensvollen Zusammenarbeit auf Basis der Respektierung der wechselseitigen Rechte und Pflichten (Nomura/Jürgens 1995: 86).

6.3.2 Jidoka – das besondere Verständnis von Automatisierung

Im Gegensatz zum Just inTime (JiT-)Prinzip, das westlichen Adepten unmittelbar einleuchtete (auch wenn es sich in der Praxis als sehr schwer umsetzbar erwies), war die Bedeutung von Jidoka nur schwer nachvollziehbar. Von den Autoren, die frühzeitig über das Toyota-Produktionssystem berichteten, hat sich Shingo am intensivsten mit Jidoka befasst. Shingo leitete 1955 als externer Consultant Seminarprogramme bei Toyota, um Jungmanagern die Grundprinzipien der Toyota-Produktionsweise zu erläutern; er tat dies aus einer Industrial-Engineering-Perspektive. Er veröffentlichte 1981 eines der ersten englischsprachigen Bücher über das TPS, in dem Jidoka als „automation with a human touch " und ähnlich wolkigen Bezeich-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

nungen umschrieben wurde (Shingo 1981: 245); in einer von einem amerikanische Consultingunternehmen[91] veranlassten Nachübersetzung (Shingo 1989), wurde Jidoka als „Autonomation" bezeichnet.

Der springende Punkt war, so argumentierte Shingo, die Loslösung der Arbeiter aus der Bindung an Maschinen. Der Begriff Autonomation umschreibe den Prozess dieser Loslösung. Hierzu entwickelte Shingo, ohne auf die westliche Diskussion einzugehen, eine eigene Stufenleiter. Er unterschied sechs Stufen (Shingo 1989: 70):

- Stufe 1: Die Arbeit erfolgt manuell.
- Stufe 2: Die Bearbeitung ist automatisiert, die Teilezufuhr erfolgt manuell.
- Stufe 3: Die Teilezufuhr und Bearbeitung sind automatisiert; die Aufgabe der Arbeiter ist es, Fehler festzustellen und zu korrigieren.
- Stufe 4: Die Positionierung, Bearbeitung und Entnahme des Werkstücks sowie die Teilezuführung erfolgen automatisch.
- Stufe 5: Die Feststellung von Fehlern erfolgt hier automatisch, Arbeiter sind nur noch für die Fehlerbehebung erforderlich („pre-automation").
- Stufe 6: Die Anlage funktioniert vollautomatisch, indem sie Fehler selbst korrigiert.

Bis zur dritten Stufe ist danach eine enge Bindung des Menschen an die Maschine erforderlich, ab der vierten nur noch in geringem Maße. Bei Toyota sei, so Shingo, der Zustand, bei dem man die Bindung auflösen konnte, schon frühzeitig realisiert worden.

> "At Toyota, … worker and machine have been separated as much as possible to promote production efficiency as well as effective and meaningful use of human resources. Since the late 40s, Toyota workers have not been tied to a single machine but are responsible for five or more, feeding one while the others work automatically." (Shingo 1981: 58)

Mittlerweile könne man zwar auch Maschinen herstellen, die selbsttätig die Fehlerbehebung vornehmen, aber diese seien sehr teuer und technisch kompliziert. Daher sei die Technik auf Stufe 5 völlig ausreichend und sehr viel kostengünstiger als auf der Stufe 6.

91 Es handelt sich um die Productivity Inc, ein Consultingunternehmen in Shelton, Ct, das sich schon seit Ende der 1970er „before anyone else", so heißt es auf seiner Website, mit den Methoden des TPS beschäftigt hat. Es ist seither eines der führenden Consultingunternehmen in den USA zu Lean Management Themen in den USA. https://www.productivityinc.com/. Letzter Zugriff 18.12.2022

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> "Ninety percent of the results of full automation … can be achieved at relatively low cost if machines are designed to merely detect problems, leaving the correction of problems to workers." (Shingo 1981: 59)

Vergleicht man diese Beschreibung mit dem Vorgehen bei Ford, so werden große Unterschiede in der Schwerpunktsetzung deutlich. Bei Toyota stand man einer Automatisierung auf möglichst dem letzten Stand der Technik skeptisch gegenüber. Man sah die Gefahr, dass Probleme auf diese Weise überdeckt und eine vertiefende Analyse der Fehlerursachen und entsprechende Verbesserungsaktivitäten der Arbeiter auf dem Shopfloor selbst dadurch unterbunden werden (vgl. Fujimoto 1999: 70).

1951 wurde bei Toyota ein umfangreiches Investitionsprogramm zur Werksmodernisierung aufgelegt. In diesem Rahmen wurden zahlreiche neue Maschinen beschafft und mit automatischen Stoppvorrichtungen versehen, um das „multi-machine bzw. multi-process handling" zu ermöglichen. Allerdings waren zu dieser Zeit viele Ingenieure davon überzeugt, dass die vollautomatisierte Transferlinie den Gipfelpunkt moderner Maschinentechnik darstellte, und sahen hier die Zukunft (Daito 2000: 50).

Ohnos Abneigung gegenüber Automatisierungsmaßnahmen war legendär im Unternehmen. In einer rein manuellen Fertigung würden sich, so argumentierte er, Schwankungen im Produktionsvolumen nicht auf die Produktivität auswirken, da dies unmittelbar eine Verringerung der in den betroffenen Bereichen eingesetzten Personen auslösen würde und dadurch die Kosten entsprechend gesenkt wurden. Wenn man aber einzelne Arbeitsplätze automatisiert und dazwischen manuelle Arbeitsplätze liegen, wirke sich ein sinkender Output negativ auf die Produktivität aus. Der Grund dafür in Ohnos Worten:

> „Automatisierte Maschinen werden leicht zu Flaschenhälsen, wenn das Produktionsvolumen fluktuiert. Nehmen wir an, der Ein-Minutenzyklus wird auf zwei Minuten erhöht. Wenn man dann einen Arbeiter zwischen zwei Maschinen postiert hat, kann es passieren, dass dieser dann nur noch halb ausgelastet ist." (Ohno zit. in: Shimokawa/Fujimoto 2009: 53; Übers. d. A.)

Die hervorstechenden Besonderheiten des Automatisierungsansatzes bei Toyota, so lässt sich zusammenfassend feststellen, waren die Orientierung auf Low-Cost-Maschinerie und die Entkopplung von Arbeiter und Maschine. Man war nicht bestrebt, den neuesten und am höchsten entwickelten Stand der Technik einzusetzen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

6.3.3 Kanban

Ohnos Vorgehen wurde 1948 zur offiziellen Toyota-Politik erklärt. Nun konnte er sich der Rückendeckung von oben für seine oft umstrittenen Maßnahmen sicher sein. Zu seinem Markenzeichen wurde ein System der Produktionssteuerung, das Kanban-System. Es stand im Kontrast zu den computerbasierten Systemen der Produktionssteuerung, die später im Westen entwickelt wurden. Den Anstoß gab, der offiziellen Unternehmensgeschichte Toyotas zufolge, eine Amerika-Reisen, die Eiji Toyoda unternahm, bevor er die Nachfolge des zurückgetretenen Kiichiro antrat, um die Produktionsmethoden der dortigen Automobilhersteller zu studieren. Das größte Interesse fand dabei aber, so die Berichte, die Methode der Minimierung der Lagerhaltung in den amerikanischen Supermärkten, die nach dem Grundsatz verfuhren, Waren von einer bestimmten Sorte jeweils nur dann und in den Mengen nachzubestellen, wie sie zuvor aus den Regalen entnommen worden waren.

Ab 1953 begann man, dieses Prinzip in der Produktion einzuführen, zunächst in der Mechanischen Fertigung. Anfang der 1960er Jahre wurde es unternehmensweit, ab Mitte der 1960er auch bei den Zulieferern, eingesetzt. Das erregte international zunehmend Aufmerksamkeit. Da gab es ein technisch primitives System, das auf dem Austausch von Pappkarten (Kanbans) basierte und doch den Anspruch erhob, besser zu sein als die computerbasierten Systeme der Produktionssteuerung, die zu der gleichen Zeit im Westen erprobt wurden. Was steckte dahinter?

An dieser Stelle ist ein kurzer Einschub über Produktionssteuerung (Production Control) erforderlich (vgl. hierzu Holweg/Pil 2004). Die Steuerung der Reihenfolge der fertigzustellenden Produkte wurde für die Massenhersteller der Automobilindustrie im 20. Jahrhundert in dem Maße zu einer immer größeren Herausforderung, wie die Produktvarianz zunahm.

Um frühzeitig auf Marktveränderungen reagieren zu können, hatte man, wie in Kapitel 4 beschrieben, bei GM unter Sloan in den 1920er Jahren schon Prognosesysteme entwickelt. Auch bei Toyota gab es Prognosen und darauf aufbauende Grobplanungen mit einem Vorlauf von einem Jahr, die anschließend mehrfach aktualisiert und angepasst wurden, bis schließlich zwei Tage vorher das Tagesprogramm der Werke unverrückbar feststand.

Je präziser die Planung für die Werke auf die Produktionsbereiche und die einzelnen Arbeitsstationen zeitlich heruntergebrochen wurde, desto besser konnte man dort disponieren, um einen möglichst reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Letztlich geht es darum, rechtzeitig alle Vorkeh-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

rungen dafür zu treffen, dass jeweils in einem Zeitfenster von Minuten an jeder Einzelstation alle Einbauteile und Werkzeuge und die Anzahl von Personen zur Verfügung stehen, die notwendig ist, um die an dem dafür vorgesehenen Fahrzeug durchzuführenden Tätigkeiten durchführen zu können.

Der Grundgedanke des Kanban-Systems war, den einzelnen Arbeitsstationen *keine* genauen Informationen über die Reihenfolge der zu fertigenden Fahrzeuge zu übermitteln, auf die sie sich schon vorbereiten konnten, denn zwischenzeitlich konnten in der Prozesskette Probleme aufgetreten sein. Die Arbeitsstationen sollten erst dann mit der Produktion beginnen, wenn der nachfolgende Bereich in der Prozesskette den Auftrag dafür erteilt. Das Steuerungsmedium dafür waren die Kanbans, Pappkarten, auf denen einige wenige Informationen vermerkt waren – im Grunde handelte es sich um einen Algorithmus, der einfach zu verstehen war und nur die Informationen enthielt, die nötig waren, um die Empfänger wissen zu lassen, was als Nächstes zu tun war.

Auf Details der Funktionsweise der Kanbans kann hier nicht eingegangen werden. Die Grundlage bilden (Präsens, weil das System auch heute noch praktiziert wird) organisatorische Routinen. Im Prinzip gibt es für jedes Teil, das sich im Umlauf befindet, ein Kanban (bei Kleinteilen ggf. für jede bestimmte Menge solcher Teile). Ohno bezeichnete die Kanbans daher als eine Art Geld:

> "I told people that the kanban were like money and that anyone who withdrew parts without kanban was a thief." (zit. in Shimokawa/Fujimoto 2009: 15)

Ohne den Eingang von Entnahme-Kanbans gab es keinen Produktionsauftrag. Auf diese Weise konnte es kein Muda[92] durch Überproduktion geben. Wurden fehlerhafte Teile entdeckt oder verzögerte sich die Fertigstellung der erforderlichen Menge, wurde die Produktion an der nachgelagerten Station eingestellt, danach an der nächstfolgenden, und so ging es weiter. Das JiT-Ziel wurde auf diese Weise quasi automatisch erfüllt. Komplexe Fördersysteme wie bei Ford gab es nicht, sie waren zu wenig flexibel.

92 Überproduktion ist eine von fünf oder auch sieben Formen (hier finden sich unterschiedliche Zählweisen in der Literatur) der Verschwendung (auf japanisch: Muda). Neben Muda nennt Ohno Mura (Abweichung vom stetigen Fertigungsfluss bzw. vorgegebenen Standards) und Muri (Überbeanspruchung von Beschäftigten oder Maschinen) als die drei Inbegriffe von zu eliminierenden Missständen in der Produktion.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Das System kam ohne jegliche Technik aus und stellte doch eine Art Automatisierung dar. Durch das Kanban-System wurde gewährleistet, dass die Arbeiter an den Maschinen – ohne dass dies von ihren Vorgesetzten überprüft werden musste – nicht überproduzieren konnten und dass auch bei schwankender Nachfrage jederzeit mit einem Minimum an Lagerhaltung produziert werden konnte. Es reagiert (fast) unmittelbar auf Störungen in der Lieferkette und in der Produktion. Und es konnte entlang der gesamten Wertschöpfungskette verwendet werden (anders formuliert: es entstand ein virtuelles Fließband über alle Wertschöpfungsstufen einschließlich der Zulieferer hinweg). Seine Wirkungsweise beruhte auf genau festgelegten und eingedrillten organisationalen Routinen.

Einen Produktionsfluss ganz ohne Zwischenlager aufrechtzuerhalten, war natürlich nicht möglich. Worum es ging, war die Minimierung. Dabei half das System, indem es zum Experimentieren einlud. Man brauchte bei gegebener Produktionshöhe nur die Anzahl der Kanban-Karten (das Geld im Umlauf) zu reduzieren, und es zeigten sich schnell die Engpassstellen.

Ohno sah das Kanban-System durchaus als Alternative zu einem Computersystem. Wäre die Einführung von Computern zwei oder drei Jahre früher erfolgt, so erklärte er später, dann hätte man wohl auf Kanban verzichtet und Computer für die Steuerung des Auftragsprozesses eingesetzt.

> "Kanban automated production control. With Kanban, people in the workplace issue production instructions automatically. They don't need to think about writing up any special directions or about finding ways to convey those directions. With Kanban you don't need computers." (Ohno zit. in: Shimokawa/Fujimoto 2009: 16)

Tatsächlich aber war Toyota eines der ersten Unternehmen überhaupt, die die Werke mit Computern ausstatteten und entsprechende IT-Systeme einführten. Ein Einsatzgebiet für Computer lag im Rahmen des Kanban-Master-Planning-Systems. Hierbei ging es um die Errechnung der erforderlichen Anzahl der Kanban-Karten im Falle von größeren und nicht nur momentanen Veränderungen bei der Zusammensetzung des Produktionsprogramms und der Höhe der erforderlichen Kapazitäten (Monden 1993: 294). Auch die Übermittlung der mittelfristigen Produktionspläne an die Zulieferer erfolgte mehr und mehr per IT-System. So erhielten Zulieferer drei Monate vor dem Liefertermin die Daten für das monatliche Produkti-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

onsprogramm. Teilweise setzten sie dann bereits MRP-Systeme[93] ein, um daraus die jeweils erforderliche Produktionsmenge für ihre eigenen Werke zu errechnen.

Der zunehmende Einsatz von IT-Systemen geriet aber in Konflikt mit den Kanban-Prinzipien. So wird in der japanischen Version der Toyota History über ein System berichtet, das in dem Ende der 1950er Jahre errichteten Werk Motomachi eingeführt wurde. Das System ermöglichte es, arbeitsplatzbezogene Montageanweisungen über Terminals an die Produktionslinien zu versenden. Die folgende Episode[94] wirft ein Schlaglicht auf die Prioritäten des Unternehmens bei der Einführung von Automatisierungstechniken: Da die fahrzeugbezogenen Montageinstruktionen an den Terminals eingesehen werden konnten, war es möglich, dass die nachfolgenden Bereiche schon Vorbereitungen trafen, bevor die entsprechenden Fahrzeuge dort eintrafen. Wenn dann allerdings zwischenzeitlich Probleme auftraten und die Sequenz doch noch einmal verändert werden musste, hatte man sich falsch vorbereitet, die entsprechende Arbeit war „verschwendet". Als das Produktionsmanagement erkannte, wie man auf dem Shopfloor auf das System reagierte, wurde es abgeschafft und die Montageanweisungen wurden wieder auf Begleitblättern, die an die Karossen angehängt wurden erteilt.

Die Frage der Produktionssteuerung hatte für Toyota besonderes Gewicht, weil man hier das Ziel verfolgte, auch unterschiedliche Fahrzeuge auf der gleichen Linie zu produzieren. Das Problem: Die unterschiedlichen Modelle, Varianten und Optionen im Produktionsprogramm bedeuteten an den einzelnen Montagestationen unterschiedlich lange Tätigkeitszeiten (zur Problematik der „Fertigungszeitspreizung" in Kapitel 8 mehr). Wenn sie unterhalb der Standardzeit lagen, entstanden „Verlustzeiten" für das Unternehmen in dem Sinne, dass die verfügbare Arbeitszeit nicht produktiv genutzt wurde; wenn sie darüber lagen, führte das zu einer Überlastung der Arbeiter, was zu Fehlern führen konnte. Eine möglichst ausgeglichene Auslastung der Arbeiter auf Höchstniveau durch eine automatische Bandaustaktung (Automatic Line Balancing) zu erreichen, war frühzeitig ein

93 MRP (Material Requirement Planning)-Systeme wurden in den 1960er Jahren erstmalig eingesetzt. Sie wurden genutzt, um die Materialbedarfsplanung zu unterstützen.

94 Die Episode befindet sich allerdings nur in der japanisch-sprachigen Online-Version der Toyota History. Die Darstellung beruht auf der Übersetzung zentraler Passagen durch Katsuki Aoki, Meiji University.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Ziel beim Einsatz von Computersystemen auch in den westlichen Unternehmen.[95]

Zur Lösung dieser Problematik setzte man laut Toyotas Unternehmensgeschichte frühzeitig auf Künstliche Intelligenz. Bezogen auf die Re-Sequenzierung der Fahrzeuge in einem Zwischenlager zwischen der Lackiererei und dem Montagebereich heißt es in der Toyota-Unternehmensgeschichte:

> "The spec (specification-d.Autor) of each car in the storage and its flowing sequence are recognized and transmitted to a micro-computer in the control room. The AI processing calculates the smoothened sequence of vehicles and sends its signal to the storage at the work place, thereby moving conveyors automatically." (Monden 1993: 272)

Die Probleme sind bis heute nicht gelöst. Sie bilden die tieferliegende Ursache auch für die Skepsis gegenüber einer Automatisierung der Montage bei allen Automobilherstellern und verschärfen sich im Zuge des Trends zu immer kundenspezifisch konfigurierten Fahrzeugen.

6.3.4 Total Quality Control (TQC)

Die Geschichte des TPS ist nicht vollständig erzählt, wenn man TQC nicht mit einbezieht. Das Kürzel steht für „Total Quality Control" und ist mehr als ein System der Qualitätssicherung. Die Ursprünge von TQC liegen in den USA. Die zentrale Figur während seiner Einführung bei Toyota war Masao Nemoto.[96]

TQC wurde formell 1961 eingeführt, zehn Jahre nach Einführung des TPS. Hintergrund für die TQC-Einführung war ein alarmierender Anstieg fehlerhafter Produktion in den Fabriken. Über den Fünfjahreszeitraum vor 1961 waren das Produktionsvolumen verfünffacht und die Beschäftigtenzahl verdoppelt worden, das ging zulasten der Qualität.

---

95 Die Bestimmung der Reihenfolge der Fahrzeuge auf einer Mixed-Model-Line mit dem Ziel eines geglätteten Ablaufs bei maximaler Effizienz bildet auch heute noch ein zentrales Problem für die Produktionssteuerung in der Montage. Darauf wird in späteren Kapiteln noch zurückgekommen.

96 Die Bedeutung von TQC für Toyotas Wettbewerbsstärke war, so Shimokawa/Fujimoto, völlig vergleichbar mit dem des TPS. Zu Unrecht hätte das TPS die höhere Aufmerksamkeit erhalten, wohl weil es eine originäre Toyota-Erfindung war. (Shimokawa/Fujimoto (2009: 172).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Bis 1949 war die Qualität von Inspektoren ganz so wie in westlichen Unternehmen kontrolliert worden (Monden 1993: 221). Das hatte sich aber mit der Einführung von TQC grundlegend gewandelt. Die zuverlässige Einhaltung der Anforderungen an die Qualität der Teile und Aggregate war offensichtlich eine wesentliche Voraussetzung, um einen kontinuierlichen, störungsfreien Fertigungsfluss zu erreichen. Für diesen Zweck funktionierten die Feedbackschleifen der Qualitätsinspektion von der Feststellung von Fehlern bis hin zu ihrer Behebung aus Sicht des Unternehmens zu langsam; außerdem trug die Arbeit der Inspektoren nicht zur Wertschöpfung bei. Daher wurde die Verantwortung für die Qualitätssicherung weitgehend an die Produktion zu übertragen, aber hier kam es zu Problemen, da für die Fehlerbehebung zeitlich kein Spielraum vorgesehen war. Um dem zu begegnen, wurde von Nemoto das Reißleinensystem eingeführt. Die Arbeiter wurden dazu verpflichtet, im Falle einer Überlastungssituation oder einer Störung die Reißleine zu ziehen, um zu signalisieren, dass ein Problem vorliegt. Der eigentliche Bandstopp wird von dem Produktionsvorgesetzten ausgelöst, wenn er erkannte, dass das Problem innerhalb der Taktzeit nicht lösbar war.

Die Handlungsroutinen des Reißleinensystems stellten wie das Kanban-System eine Anwendung des Jidoka-Prinzips dar. Es funktionierte wie das Kanban-System ohne Technikeinsatz, quasi automatisch auf Basis eingedrillter Handlungsroutinen. So stellt Monden fest:

> "Although autonomation often involves some kind of automation, it is not limited to machine processes. It can be used in conjunction with manual operations as well. This is different from the Detroit technique called 'Feedback Automation.' In either case, it is predominantly a technique for detecting and correcting production defects and always incorporates a mechanism to detect abnormalities or defects, and a mechanism to stop the line or machine when abnormalities or defects occur." (Monden 1993: 225)

Die Reißleine mag schon bei Ford als Notlösung für die Arbeiter in Überlastungssituationen eingeführt worden sein (vgl. S. 118), bei Toyota war sie Teil eines übergreifenden Systems, das durch strikt eingehaltene Verhaltensregelungen funktionierte. Der Produktionsausfall wurde vom Produktionsmanagement in Kauf genommen, wenn auch sicherlich oft zähneknirschend. Damit war ein Quasi-Automatismus für die Sicherung der Qualität im Bearbeitungsprozess gegeben, der die bisherigen Inspektoren zum großen Teil ersetzte. Laut Monden betrug der Anteil der Qualitätsinspektoren

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

an der Belegschaft in der Produktion in Japan 5 %, in Spitzenbetrieben 1 %, in den USA und Europa lag er bei um die 10 %.

Grundgedanke von Total Quality Control war, die Sicherung der Qualität zu einer Aufgabe für alle Beschäftigten im Unternehmen zu machen, und entsprechend waren auch alle verpflichtet, an Kleingruppenaktivitäten wie Qualitätszirkeln und Kaizenprojekten teilzunehmen.

Vom Unternehmen wurde es als ein Ausweis des Respekts dargestellt, da auch einfache Produktionsarbeiter aufgefordert waren, ihr Wissen in Verbesserungsaktivitäten einzubringen. „Full utilization of workers' capabilities" wurde als Ausdruck für „respect for humanity" verstanden (Sugimori et al. 1977, abgedruckt in Monden 1993: 159)[97] Für die Arbeiter bedeutete es oft Extraarbeit und Stress, wenn sie ihre Ideen am Feierabend und am Wochenende ausarbeiteten.

Inwieweit die tatsächliche Praxis den obigen hehren Begriffen entsprach, daran sind Zweifel gerechtfertigt, aber darum soll es hier auch nicht gehen. Entscheidend ist hier der Unterschied in der Art von Arbeitern, die man bei Toyota anstrebte, nämlich Arbeiter, die sowohl als repetitive Teilarbeiter als auch als Problemlöser und Optimierer ihrer eigenen Arbeit fungierten. Auf die Einrichtung einer eigenen Industrial-Engineering-Organisation verzichtete man bei Toyota, was sicherlich in den internen Diskussionen nicht unumstritten war.

6.4 Das Personalsystem – ein zentraler Bestandteil des TPS

Die Darstellung hat gezeigt, dass das TPS viele Aspekte vom Fordschen System übernommen hat, in wichtigen Punkten allerdings davon abwich. Die Frage im Folgenden ist, ob sich bei Toyota in Japan ein ähnlicher Prozess des Deskilling der Produktionsarbeit und der Herausbildung einer Kategorie von Arbeitern vollzogen hat, die derjenigen der Specialists bzw. Angelernten entspricht, wie er in US-amerikanischen oder deutschen Werken zu finden ist.

Ein Kennzeichen des Toyota Produktionssystems ist die Verbindung durchaus gegensätzlicher Gestaltungsprinzipien. Eng „spezialisierte" repe-

97 „Self-display of workers' capabilities by entrusting them with greater responsibility and authority", lautete die Formulierung in der ersten Beschreibung des TPS in englischer Sprache, die von einer Gruppe von Toyota-Ingenieuren aus der Produktionssteuerung (Production Control) auf einer internationalen Konferenz 1977 vorgetragen wurde (Sugimori et al. 1977, abgedruckt in Monden 1993).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

titive Tätigkeiten, werden hier noch strikteren Standards unterworfen und deren Einhaltung noch genauer kontrolliert als im Fordschen System. Aber es wurde von ihnen auch persönliches Engagement und das Einbringen eigener Überlegungen und Vorschläge erwartet. Dies erforderte eine entsprechende Einübung der Fähigkeiten und Kenntnisse über die nach Standard ausgeübten Tätigkeiten hinaus. Das Ziel ist nicht nur der die vorgebenenn Standards folgende Arbeiter, sondern auch die Weiterentwicklung seiner Fähigkeiten und die Befähigung für höherwertige Aufgaben.

Der Unterschied zum Fordschen Sozialtyp aber auch zu dem deutschen „Angelernten" wird deutlich, wenn man die Praxis der Personalentwicklung betrachtet. Diese soll - im Folgenden in fünf Punkten dargestellt, wobei die hier benannten Praktiken auf Untersuchungen aus späteren Phasen der Entwicklungen bei Toyota beruhen (vgl. Jürgens/Krzywdzinski 2016; Liker/Meier 2007; Marsden 1999).

Zum Ersten werden Produktionsarbeiter, wie alle anderen Beschäftigten auch, sehr sorgfältig ausgewählt. Eingestellt werden nur die besten Absolventen der jeweiligen Altersjahrgänge der besten Schulen (im Verlauf der Zeit in zunehmendem Maße von den Highschools und den Universitäten) unmittelbar nach Abschluss der Ausbildung. Sie kommen mit der Empfehlung ihrer Lehrer oder Professoren und haben zahlreiche Tests durchlaufen. Die Neurekrutierten sind damit eine relativ homogene soziale Gruppe – gleicher Jahrgang, für die Produktion nur Männer, ehrgeizig und leistungsbereit.

Zum Zweiten gibt es keine Bindung an eine einzelne Tätigkeit und einen einzelnen Arbeitsplatz. Die Neurekrutierten werden zu Mitgliedern von Teams, die selbst Teil eines Gruppenbereichs mit mehreren Teams sind. Hier beginnen sie bald mit der Rotation über mehrere Arbeitsplätze. Mit zunehmender Dauer erweitert sich der Kreis der Tätigkeiten, die auf diese Weise durchlaufen werden, über das Team und im Weiteren auch über die Grenzen der nächstgrößeren Organisationseinheiten hinaus. Zu den Aufgaben der Arbeiter gehört auch die Beteiligung an Verbesserungsaktivitäten (Kaizen).

Zum Dritten ist die Entgeltfindung nicht an die ausgeübten Tätigkeiten gebunden. Es ist Aufgabe des Personalwesens, dafür zu sorgen, dass der Einzelne in allen Bereichen des Unternehmens bei gleicher Kompetenz und Leistung eine gleich schnelle Entwicklung im Entgelt ebenso wie in der Hierarchiestruktur durchlaufen kann. Da sich der individuelle Aufstieg aus den Ergebnissen der jährlichen Personalbeurteilungen ergibt, befinden sich die Beschäftigten nach einigen Jahren an unterschiedlichen Stellen im

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Rangstufensystem, auch wenn sie die gleiche Arbeit verrichten. Das bedeutet, dass hier das Prinzip ‚gleicher Lohn für gleiche Arbeit' keine Gültigkeit besitzt.

Zum Vierten ist auch die enge Bindung an das entsprechende Team nicht von Dauer. Nach einer – individuell allerdings unterschiedlichen Zeit – werden die Beschäftigten zu Teamleitern und schließlich zu Gruppenleitern und entwickeln sich damit auch in der Hierarchie nach oben. Die Erwartung ist, dass dieser Weg letztlich von Jedem im Verlauf des Arbeitslebens mindestens bis zur Ebene der Gruppenleiter (entspricht in etwa dem Meister) durchlaufen wird. Die Abgrenzungslinie zwischen Arbeitern und Produktionsvorgesetzten erscheint unter diesen Umständen weniger scharf und konfrontativ, die Arbeiter wissen, dass sie früher oder später selbst diese Rolle einnehmen werden. Gesteuert wird dies – in neuerer Zeit – durch ein System von Leistungsbeurteilungen und Schulungskurse an bestimmten Punkten der Entwicklung. Es existieren für alle Stammbeschäftigten vorgezeichnete Entwicklungswege für die verschiedenen funktionalen Bereiche im Unternehmen, die in individuellen Lebensarbeitsplänen (Work Life Plans) festgehalten sind.

Zum Fünften: Es gibt keine Facharbeiter und keine Facharbeiterberufe. Auch gibt es keine Unterscheidung zwischen Facharbeitern, Angelernten und Ungelernten. Nach rund zehn Jahren der Tätigkeit in diesem Bereich gelten sie, ganz gleich, in welchem Bereich sie tätig sind und ob sie an technischen Anlagen arbeiten oder in der Montage als eine Art Facharbeiter. Dem entspricht die Übertragung der Verantwortung von Aufgaben der Qualitätssicherung, der Wartung der Anlagen und anderer Aufgaben an die Arbeiter auf dem Shopfloor. Auf diese Weise erhalten auch die Montagearbeiter eine fachliche Qualifizierung durch verpflichtende Weiterbildungskurse.

Der eigenständigen Handlungs- und Problemlösungsfähigkeit des Shopfloor, der Arbeiter sowie der unteren Produktionsvorgesetzten und der hier tätigen Prozessingenieure, wird eine große Bedeutung beigemessen. Von Managern und Stabsexperten in den Zentralabteilungen wird erwartet, dass sie sich zunächst vor Ort (Gemba) begeben um sich hier ein Bild der Problemlage und Lösungsvorstellungen der Akteure zu bilden, wenn sie ein Problem lösen wollen.

Deutlich wird mit diesen Punkten das Bemühen um eine möglichst homogene Belegschaft ohne Statusunterschiede und festgelegte Muster der Arbeitsteilung.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Von den beschriebenen Regelungen und Praktiken gibt es natürlich Abweichungen, und sie gelten nur für die Angehörigen der Stammbelegschaft. Es ist ein sehr aufwendiges System, alles andere als Lean. Auch an die Arbeiter stellt es hohe Anforderungen. Es bedeutet überlange Arbeitszeiten, enorme Disziplin und Arbeitsintensität, die Bereitschaft, jedwede Tätigkeit auszuüben, den Arbeitsort flexibel zu verändern, und eine intensive Kontrolle durch eine keineswegs flache Hierarchie zu unterliegen – ein Leben lang.

Die zentrale Voraussetzung für all dies ist, dass das Prinzip der Beschäftigungssicherheit in der Praxis strikt eingehalten wird. Der Begriff dafür – Life-Long Employment Security – bedeutet mehr als die Garantie der Beschäftigungssicherheit gegenüber betriebsbedingten Entlassungen. Der Wegfall von Arbeitsplätzen oder von bestimmten Tätigkeiten aufgrund von Automatisierung ist für den Einzelnen ohne Belang. Eine Gewöhnung an einen „eigenen" Arbeitsplatz kann aufgrund häufiger Wechsel ohnehin nicht aufkommen. Das Beschäftigungsverhältnis ist gesichert, erworbene Besitzstände bezogen auf Lohnhöhe und Status bleiben unberührt, sie gelten unabhängig von der ausgeübten Tätigkeit.

Als ein Puffer, um die Beschäftigungssicherheit zu gewährleisten, dienen die Zeitarbeiter (Temporaries). Mit der Rekrutierung von Zeitarbeitern begann man bei Toyota schon in den 1960er Jahren. Da diese vornehmlich in den Produktionswerken eingesetzt wurden, betrug ihr Anteil hier in einzelnen Bereichen teilweise bis zu 30 % und mehr. Sie halfen in Zeiten des Aufschwungs, den Druck auf die Stammbeschäftigten, vor allem bezogen auf überlange Arbeitszeiten, zu mindern, und dienten als Puffer zur Sicherung der Beschäftigung der Stammbelegschaft in Phasen des wirtschaftlichen Abschwungs.[98]

Aber die Zeitarbeiter sind nur ein Element, die Beschäftigungssicherheit zu gewährleisten. Bei Toyota ist die gesamte Unternehmensstruktur auf dieses Ziel ausgerichtet, wie im folgenden Abschnitt gezeigt wird.

Die beschriebenen Regelungen und Praktiken des Personalsystems spielen eine wichtige Rolle dabei, die Funktionsweise des TPS zu gewährleisten. Sie waren sehr von kulturellen Besonderheiten geprägt und schwer übertragbar. Das Personalsystem unterscheidet sich grundlegend von den Syste-

98 Ein Zeitarbeiter, der in den 1970er Jahren bei Toyota gearbeitet hatte, beschrieb in einem Buch („Japan in the Passing Lane") den exorbitanten Druck, unter dem die Beschäftigten zu dieser Zeit arbeiteten (Kamata 1983).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

men im Westen und traf auf das geringste Interesse bei den Bestrebungen, das System zu übertragen.

6.5 Struktur der Toyota-Gruppe – Beschäftigungssicherung durch Flexibilität

6.5.1 Automatisierung in der Phase der Expansion

Viele der Besonderheiten des TPS, insbesondere auch das andere Grundverständnis der Automatisierung, lässt sich aus den besonderen Umständen zur Zeit seiner Entstehung erklären. Wie hat sich aber dann das TPS und seine Haltung gegenüber Automatisierung verändert, als die Ära der Massenproduktion begann und die Produktionszahlen bei Toyota in die Höhe schossen?

Diese Zeit begann Mitte der 1960er Jahre. Das erste Montagewerk (Motomachi) wurde schon Ende der 1950er Jahre errichtet, es hatte nur eine sehr geringe Kapazität und war für den Export des ersten Pkw-Modells Toyotas auf den US-amerikanischen Markt vorgesehen. Mitte der 1960er Jahre wurde ein zweites Werk gebaut, das explizit für eine Massenproduktion eingerichtet wurde (Takaoka); in den 1970er Jahren kamen noch die Werke (Tsutsumi und Tahara) hinzu. Damit war der Kreis der Kernwerke geschlossen, die seither in Japan errichteten Werke (auf Kyushu und in Tohoku) wurden als eigene Organisationseinheiten geführt.

Die Errichtung der oben genannten neuen Werke waren jeweils mit einem bestimmten Innovationsschwerpunkt verbunden. Immer stand dabei die Frage der Flexibilität im Vordergrund.

Das erste neue Werk Motomachi war konsequent auf eine Fließfertigung ausgelegt. Ein Bandsystem verknüpfte die Bereiche Rohbau-Lackiererei und Montage zu einem durchgehenden Prozess. Zugleich wurde in dem Werk die erste Pressen-Transferstraße Toyotas eingeführt. Sie diente der Herstellung unterschiedlicher Pressteile, eine Vielzahl spezialisierter Pressenstraßen wie bei den US-Unternehmen konnte man sich nicht leisten. Aufgrund der damals auch bei Toyota langen Werkzeugwechselzeiten drohte sich das Ziel eines durchgehenden Fertigungsflusses über alle Gewerke hinweg durch diese neuen Pressen zu zerschlagen. Um auch die Pressteilfertigung in den Fertigungsfluss zu integrieren, war eine Reduktion der Umrüstzeiten unabdingbar. Dies war auch aufgrund des Produktionsprogramms notwendig. Es wurde mit geringem Volumen bei zugleich hoher Varianz gefertigt, daher mussten die Rüstzeiten so rasch wie möglich redu-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ziert werden. Angestrebt wurde der Wechsel der Werkzeuge innerhalb eines einstelligen Minutenbereichs, „Single Minute Exchange of Dies“ (SMED) (vgl. dazu Shingo 1989). Bewerkstelligt wurde dies schließlich vor allem durch arbeitsorganisatorische Maßnahmen. Rüstteams wurden gebildet und die Arbeitsabläufe so strukturiert, dass ein Großteil der Tätigkeiten vor bzw. nach dem eigentlichen Werkzeugwechsel stattfinden konnte. Das SMED-Ziel war Ende der 1970er erreicht. Als japanische Ingenieure darüber auf westlichen Konferenzen zum ersten Mal berichteten, nahm man sie nicht ernst, so unwahrscheinlich erschien den Teilnehmern ein Werkzeugwechsel innerhalb von weniger als zehn Minuten.

Das zweite neue Werk Toyotas (Takaoka) war, wie es in der Toyota History heißt, auf eine „High-Volume, Low-Variety-Produktion“ ausgelegt. Dem westlichen Stand entsprechend hatte man zunächst zahlreiche Schweißpressen als Einzwecktechnik installiert, aber schon in den 1970er Jahren wurde der Karosseriebau umgerüstet und es wurden im großen Stil Industrieroboter eingesetzt. Für eine Flexibilisierung des Rohbaus, um unterschiedliche Fahrzeugmodelle auf einer Linie fertigen zu können, reichte der Einsatz von Robotern aber nicht aus. Der wesentliche Engpass war dabei der Kastenrohbau, auf ihn richteten sich daher schon bald die Überlegungen zur seiner Flexibilisierung.

Anfang der 1980er Jahre wurde im Werk Tsutsumi, dem dritten der neuen Werke, die Flexible Body Line (FBL) eingeführt. Bis dahin konnte man nur zwei oder drei Fahrzeugmodelle auf derselben Rohbaulinie fertigen, und wenn Designänderungen an der Karosserie vorgenommen wurden, musste die Linie mehrere Wochen lang stillgelegt werden, um Einzweckmaschinen und -vorrichtungen zu ersetzen. Mit der FBL konnte demgegenüber ein breites Modellspektrum gefertigt werden. Im Fall von Änderungen an den Modellen brauchte man nur die spezialisierten Spannvorrichtungen auszutauschen. Das System wurde sukzessive auch auf die anderen Werke übertragen, Mitte der 1990er Jahre wurde dieser Pfad mit der Entwicklung der Global Body Line (GBL) für die Werke im Ausland fortgesetzt. (Vgl. Toyota 2012: Part 3, Chapter 2 Section 1, Item 3; vgl. auch Krzywdzinski 2020).

Im vierten Werk Tahara stand die Automatisierung der Montage im Vordergrund. Dieses Werk wurde Anfang der 1990er Jahre explizit mit dem Ziel einer durchgehend höheren Automatisierung errichtet (dazu gleich mehr).

Alle bisher genannten Werke waren mit ca. 5.000 Beschäftigten etwa gleich groß. Bei allen handelte es sich um „komplette“ Montagewerke mit

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Presswerk, Karosseriebau, Lackiererei und Fahrzeugendmontage. Dadurch waren hier auch die Gewerke kleiner als in vielen westlichen Werken, und dies sprach im Falle von Automatisierungsmaßnahmen gegen großtechnische und eher für flexible Lösungen

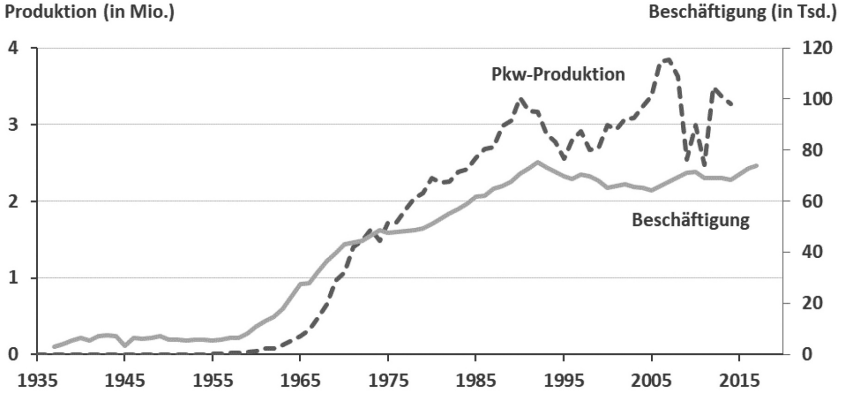
Die Darstellung zeigt das Bestreben, das sich über die gesamte Entwicklung hindurchzieht, sich durch Flexibilisierung der technischen Strukturen und arbeitsorganisatorischen Praktiken gegenüber Marktvolatilitäten und Kriseneinbrüchen abzusichern.

6.5.2 Beschäftigungssicherung durch Flexibilität

Nach den Olympischen Spielen in Tokio 1966 lief die große Motorisierungswelle in Japan an. Die Pkw-Produktion aller japanischen Hersteller schoss in die Höhe, besonders ausgeprägt war das Wachstum bei Toyota. 1970 produzierte man bereits über 1 Mio. Fahrzeuge, 1978 über 2 Mio. und 1989 über 3 Mio.

Abbildung 35 zeigt die Produktions- und Beschäftigungsentwicklung in der Toyota Motor Company in Japan. Der Verlauf der Kurven wirft aber Fragen auf. Sie flachten schon ab Mitte der 1970er Jahre ab, obgleich doch das starke Wachstum weiter anhielt. Ab 1990 verliefen sie auf dem gleichen Niveau, wobei die Produktionskurve von heftigen Ausschlägen gekennzeichnet war, während die Beschäftigungskurve nahezu stetig verlief.

Abbildung 35: Kfz-Produktion und Beschäftigung der TMC (1935 bis 2017)



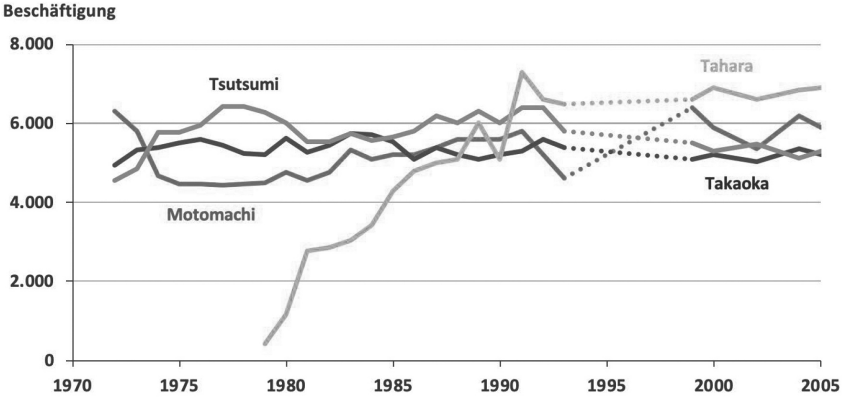
Quelle: 75 Years of Toyota (toyota-global.com; letzter Zugriff: 23.10.2021); Toyota-Geschäftsberichte (2008–2017)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Darüber hinaus schien die Produktivität außergewöhnlich hoch zu sein – eine Beschäftigtenzahl von um die 70.000 Menschen bei einem Produktionsvolumen von bis zu 4 Mio. Fahrzeugen! Im Highland-Park-Werk gab es Anfang der 1920er Jahre etwa ebenso viele Beschäftigte, die 2 Mio. Fahrzeuge herstellten; war die Produktivität Toyotas also doppelt so hoch wie im Werk Highland Park zu seinen Spitzenzeiten? In der Debatte über Toyota wurde diese Überschlagsrechnung immer wieder von westlichen Beobachtern angestellt, aber sie war falsch, wie gleich noch deutlich wird.

Betrachtet man die Entwicklung der Anzahl der Beschäftigten auf der Ebene der Werke – das Folgende bezieht sich allein auf die oben genannten Montagewerke –, so bietet sich hier ebenfalls ein Bild großer Stetigkeit. Wie aus Abbildung 36 hervorgeht, produzierten alle Werke über den Zeitraum von 35 Jahren auf etwa gleichem Niveau und ohne große Schwankungen. Es scheint so, als würde sich der Produktionsoutput in diesem Zeitraum nach der Zahl der Beschäftigten in den Werken richten und nicht umgekehrt.

Abbildung 36: Beschäftigung in Toyotas Montagewerken in Japan (1972 bis 2005)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Lin (1994: 51); Toyota Motor Corporation (1986, 2002); Toyota Motor Corporation (1988–1994); Toyota Motor Corporation (2002); Jürgens (2007)

Neben den Stammwerken der TMC gab es immer auch die Werke der affiliierten Unternehmen bei Toyota. Auch hier war das Fahrzeugspektrum dieser Unternehmen (2005 waren es sieben) ähnlich breit wie im Falle der Werke des Kernunternehmens. Innerhalb des Montagenetzwerkes werden

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

die Fahrzeugprogramme flexibel zugeteilt und gegebenenfalls kurzfristig wieder neu verteilt. Diese Struktur soll hier nicht mehr näher beschrieben werden (vgl. dazu Jürgens 2007).

Vor diesem Hintergrund wird nun deutlich, dass die Anpassungsflexibilität im Netzwerk ein zentraler Gesichtspunkt bei der Gestaltung der Strukturen und Abläufe in diesen Werken sein muss, um gegebenenfalls Produktionsumfänge rasch in Werke verlagern zu können, die nicht so gut ausgelastet sind. Die Einführung besonders leistungsfähiger Maschinen und Anlagen macht keinen Sinn, wenn diese Flexibilität dadurch eingeschränkt wird. Vor diesem Hintergrund wird verständlich, dass alle Werke eine hohe Flexibilität bezogen auf ihr Produktionsprogramm besitzen müssen.

6.6 Krise und Weiterentwicklung des TPS

Die 1980er Jahre waren die große Zeit der Diskussion über das „Modell Japan" und der Suche nach den Ursachen für die überlegene Wettbewerbsfähigkeit der japanischen Automobilindustrie. „Are they unbeatable?" überschrieben Björkmann/Berggren (1991) ein Buch, und trafen damit eine verbreitete Stimmung in der Industrie. In den 1990er Jahren aber änderte sich das Umfeld grundlegend:

Während Anfang der 1990er Jahre die MIT-Studie das japanische Modell als Produktionsweise der Zukunft propagierte, hegte man in Japan große Zweifel, ob man auf dem richtigen Weg war. Das gefeierte Modell wurde kaum mehr als zukunftsfähig gesehen, weil ihm die Arbeitskräfte ausgingen. Immer weniger Schul- und Universitätsabsolventen waren noch bereit, in der Industrie zu arbeiten. Selbst Absolventen des Ingenieursstudiums bewarben sich lieber bei Banken und Versicherungen, um der „3-K-Arbeit" (übersetzt: schmutzig, stumpfsinnig, gefährlich) in produzierenden Unternehmen zu entgehen. Auch die Spitzenunternehmen der Industrie hatten zunehmend Rekrutierungsprobleme. Zur gleichen Zeit arbeiteten die Beschäftigten in den Unternehmen am Limit. Ein generelles Problem waren die langen Arbeitszeiten. Es wurde regelmäßig Mehrarbeit geleistet. Die durchschnittliche Wochenarbeitszeit der Beschäftigten in der Altersgruppe zwischen 20 und 30 Jahren betrug Anfang der 1990er Jahre fast 54 Stunden,

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

bei den Jahrgängen darüber stieg sie noch an (vgl. Kuroda 2010: 491).[99] Der Begriff „Tod durch Überarbeitung" – Karoshi – machte die Runde.

Eine Öffnung des Arbeitsmarkts durch eine Gastarbeiter-Politik nach deutschem Vorbild wurde in Japan abgelehnt, dafür gab es einen breiten gesellschaftlichen Konsens. Nun kamen aber auch in Japan sozialstrukturelle Entwicklungen zum Tragen, wie sie auch der Protestwelle in westlichen Ländern zugrunde gelegen hatte: ein steigender Wohlstand und ein höheres Bildungsniveau führte zu höheren Ansprüchen bezogen auf die Arbeitsinhalte und die persönlichen Entwicklungsmöglichkeiten aber auch auf mehr Freizeit.

Kritisch sah man auch die Zunahme der Anzahl von befristet eingestellten Arbeitern (Temporaries). Ihr Einsatz war verbunden mit großen Belastungen für die Stammarbeiter, vor allem für die unteren Produktionsvorgesetzten auf dem Shopfloor, die die Befristeten einarbeiten und ihre Fehler ausbügeln mussten.

Die Prognosen zur weiteren Entwicklung zeichneten ein düsteres Bild. Ohne ein Gegensteuern, so folgerte ein Ausschuss der Society of Automotive Engineers in Japan in einem Bericht, müsste der Anteil der Zeitarbeiter in den Montagebereichen der Automobilhersteller von rund 17 % 1990 auf 30 % im Jahr 2000 ansteigen. Es war abzusehen, dass dieser Anteil bei den Zulieferern noch viel höher ausfallen würde. Ein solcher Anstieg erschien den Autoren des Berichts nicht mehr verkraftbar, Automatisierung schien der einzig realistische Ausweg aus dieser Situation zu sein. Arai, der Vorsitzende des Ausschusses und Autor des Berichts hatte bereits in einer früheren Publikation ein Konzept zur Automatisierung der Montage vorgestellt, das vor allem auf den Einsatz von Industrierobotern abstellte. (Arai 1989).

In dem oben genannten Ausschuss waren alle japanischen Kfz-Hersteller vertreten. Im Fokus des Berichts stand die Neugestaltung der Montagetätigkeiten. Die Montage machte mittlerweile über 50 % der Beschäftigten beim Automobilbau aus, sie sei jedoch dennoch, wie der Bericht kritisch anmerkt, von den Produktionsingenieuren bisher nur wenig beachtet worden, sondern als ein Terrain betrachtet worden, in dem der Shopfloor

99 Die Problematik überlanger Arbeitszeiten existierte schon seit Ende der 1960er Jahre. Sie erreichte in der „Bubble"-Zeit Ende der 1980er Jahre ihren Höhenpunkt, blieb aber auch danach auf sehr hohem Niveau; auch die Gegenmaßnahmen konnten daran wenig ändern. So wurde Mitte der 1980er Jahre die 5-Tage-Woche eingeführt mit der Folge, dass sich die tägliche Arbeitszeit während der Woche verlängerte (vgl. Kuroda 2010).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

das Sagen hat. In bemerkenswert offener Weise wird dabei Kritik an der traditionell großen Eigenständigkeit des Shopfloors formuliert:

> "It is not easy to change totally the production method by the bottom-up improvement. It is necessary to revolute the automobile manufacturing system by the top-down management, and then the site worker improves it by means of the bottom-up improvement." (Arai 1993: 16)

Ziel des von den Produktionsingenieuren vorgeschlagenen Ansatzes war es, sowohl die Produktivität als auch die Arbeitsbedingungen zu verbessern. Um dieses Doppelziel zu erreichen, sei, so schreibt Arai, seien sowohl eine drastische Erhöhung des Automatisierungsgrades in der Montage als auch die Entwicklung von Konzepten vonnöten, um die verbliebenen manuellen Arbeiten „human-friendly" zu gestalten. Der Automationsgrad könne auf 40-50 % angehoben und so die Personallücke geschlossen werden (ebd.:15). Das war noch eine Steigerung gegenüber dem Konzept der sogenannten Halle 54 bei VW, die im Werk Wolfsburg bereits Mitte der 1980er Jahre in Betrieb genommen wurde (vgl. in diesem Buch Kapitel 8).

Um das Ziel der Humanisierung der Arbeit zu erreichen, müsse man, so die Schlussfolgerung des Berichts, den Montageprozess neugestalten. Das Fließband war mittlerweile durch Hinzukommen weiterer Einbauteile immer länger geworden. Das Konzept der Ingenieursgruppe bestand zum einen in der Aufteilung des Montageprozesses in Teilabschnitte (Segmente) in der Größe des Verantwortungsbereichs eines Gruppenleiters (20 Beschäftigte in drei Teams) und zum anderen in der Neustrukturierung der Tätigkeiten. Die Liniensegmente sollten so kurz sein, dass die Arbeiter ihre Tätigkeiten im Rahmen des gesamten Prozesses nachvollziehen können. Jede Linie sollte eine in sich geschlossene Teilaufgabe im Prozess der Fahrzeugerstellung ausführen. Dafür musste eine Neustrukturierung aller Tätigkeiten am Band erfolgen: An die Stelle des bisherigen tayloristischen Ansatzes einer Aufgabenzerlegung, der allein dem Ziel der maximalen Auslastung jedes Einzelnen an seinem Arbeitsplatz diente, sollte die Schaffung ganzheitlicher Aufgaben für die Gruppe, aber auch den einzelnen Arbeitsplatz treten. Auf diese Weise würden die Voraussetzungen für die Bildung von Pufferzonen vor und nach den Kurzbändern geschaffen. Die kurzen Taktzeiten wurden nicht infrage gestellt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die neue Auslegung würde, so der Bericht, auf drei Weisen zu Verbesserungen im Sinne des Humanisierungsziels führen:

- durch Verringerung der physischen und psychischen Belastungen aufgrund ergonomischer Maßnahmen,
- durch Schaffung ganzheitlicher Arbeitsinhalte, wodurch die Tätigkeiten leichter nachvollziehbar und leichter erlernbar und die Rotation und wechselseitige Hilfestellung innerhalb der Gruppe leichter durchführbar werden sollten,
- durch Stärkung des Zusammenhalts innerhalb der Gruppen (offenbar sah man in dieser Hinsicht in der Praxis der Teamarbeit Probleme).

An der Erarbeitung des von Arai vorgestellten Konzepts hatten die Vertreter Toyotas in dem Ausschuss ohne Zweifel großen Anteil. 1988 hatte man dort damit begonnen, alternative Konzepte im Ausland zu studieren (vgl. zum Folgenden: Fujimoto 1999). Besonders bemerkenswert war das starke Engagement der Unternehmensgewerkschaft: Von ihr kam auch der Vorschlag zur Bildung eines „Gemeinsamen Komitees zur Verbesserung der Attraktivität von Produktionsarbeit", das in der Zeit von 1988 bis 1992 existiert hat.

Toyota unternahm den Sprung in die Montageautomatisierung erstmals 1989 in dem bereits erwähnten Werk Tahara 4, wo der Automationsgrad auf etwa 20 % angehoben wurde, also unterhalb der Zielmarke, die sich der oben erwähnte Ausschuss der Produktionsingenieure gesetzt hatte. Das Werk wurde innerhalb Toyotas schon nach wenigen Jahre als Fehlschlag gewertet. Eine genauere Ursachenanalyse existiert in der englischsprachigen Literatur nicht.

Einen Schritt in eine andere Richtung ging man mit einem neuen Werk in Kyushu, das 1992 auf der Südinsel Japans in Betrieb ging – weit entfernt von der Region des Stammwerks. Das Kyushu-Werk wurde als eigenes Subunternehmen innerhalb Toyotas errichtet, was ihm größere Spielräume bei der Gestaltung der Arbeits- und Sozialorganisation eröffnete. JiT-Erfordernissen wurde nicht mehr absoluter Vorrang gegeben. Das Produkt war kein Low-Cost-, sondern ein höherwertiges Fahrzeugmodell.

Zum grundlegenden Ansatz heißt es in der offiziellen Unternehmensgeschichte:

> "Rather than trying to haphazardly increase the automation rate, TMC focused on automation that reduces physical strain from tasks and paid attention to creating a work environment in which even female and older

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> workers could work enthusiastically." (Toyota 2012:part 3, chapter2/section3/item3)

Es gab elf Linienabschnitte; für Toyota revolutionär war die Einrichtung von Pufferbereichen vor und nach jedem Abschnitt, was faktisch eine Entkopplung vom übergreifenden Takt des Bandes für eine Dauer von fünf bis zehn Minuten bedeutete. Dies war in aller Regel hinreichend, um Montagefehler, die zu einem Bandstopp geführt hätten, zu beheben, ohne dass der nachfolgende Bereich davon betroffen war. Der Bandstopp verlor dadurch viel von seinem Schrecken, den er für den Einzelnen in einer „Gesichtswahrungskultur" besaß. Nun waren nicht mehr Hunderte von Augen aus der gesamten Montagehalle auf denjenigen gerichtet, der das Band gezogen hatte, sondern nur noch die derjenigen KollegInnen aus der eigenen Gruppe. Erstmals wurden bei Toyota im Kyushu Werk arbeiteten auch Frauen in der Produktion, wenn auch nur in geringer Zahl (vgl. für eine genauere Darstellung Shimizu 1998).

Das Kyushu-System gilt innerhalb Toyotas als Erfolg. Über die Auswirkungen der Umstellung auf das neue Konzept heißt es in der offiziellen Unternehmensgeschichte:

> "The new line system resulted in a drop of nearly 80 percent in the number of defects and a productivity improvement of 10 percent compared to conventional long, continuous lines. Above all, the adoption of the system of completing work within each line resulted in group members feeling more passionate about manufacturing and feeling a higher degree of responsibility, which were immense benefits." (Toyota 2012:part 3, chapter2/section3/item3)

Inwieweit die Maßnahmen der 1990er Jahre einen Bruch mit dem bisherigen TPS bedeuteten, wird in der Literatur unterschiedlich gesehen. Shimizu (1999: 84) spricht von einem „New Toyotaism", Fujimoto (1999: 48) von einem System des „Lean on Balance", in dem Humanisierungsgesichtspunkte eine stärkere Berücksichtigung finden als in der Vergangenheit (Fujimoto 1997b).

Ein Teil des Kyushu-Systems hat in der Folge Eingang in die Planung der Werke gefunden, der größte Teil aber blieb auf das Kyushu Werk beschränkt. Neue Werke wurden ab nun vornehmlich außerhalb Japans errichtet, und diese folgten eher dem traditionellen Ansatz (vgl. zu den Werken in den BRIC-Ländern Jürgens/Krzywdzinski 2016).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In den 2010er Jahren wurde bei Toyota ein neues Montagekonzept entwickelt. Zunächst in einem Pilotwerk in Nordjapan erprobt, wurde es 2018 im Werk Takaoka in einer neuen Montagehalle implementiert, die der Öffentlichkeit als Modellfabrik der Zukunft präsentiert wurde. In dieser Montagehalle wurde das Prinzip der Minimierung der Automatisierung weiter auf die Spitze getrieben. Das Motto hieß „Simple, Slim and Flexible". Auf der Montagelinie können im Prinzip beliebig viele unterschiedliche Fahrzeugmodelle hergestellt werden. Es wurde nur noch ein einziger Roboter eingesetzt. (Vgl. Schmitt 2019).

Ziel des neuen Montagekonzepts ist eine noch flexiblere Ablaufgestaltung, die eine höhere Effizienz auch unter wechselnden Auslastungsbedingungen der Linie ermöglicht. Der Aspekt der Humanisierung ist in den Hintergrund getreten. An den Linien gibt es keine Stationen mehr, die örtlich fixiert sind, etwa weil spezielle Vorrichtungen zur Unterstützung der Montage benötigt werden. Die Möglichkeiten das Band im Falle einer Veränderung des Auftragsvolumens zu verlängern (durch Hinzufügen von Arbeitsplätzen) oder zu verkürzen (durch Herausnahme von Arbeitsplätzen) werden dadurch vergrößert. Ziel der Planer der zweiten Montagehalle im Takaoka Werk war es, alle Stationen flexibel umstellbar zu gestalten. Dies war eine Folgerung aus den schockartigen Einbrüchen bei der Produktion wie in der Krise 2008 und der Fukushima-Katastrophe, um sich gegen volatile Nachfragebedingungen zu sichern. Verbunden damit ist eine noch konsequentere Abwendung von Automatisierung.

Ob es sich um ein Experimentieren an den Rändern oder um ein grundsätzliches Abrücken vom Mainstream Ansatz der Werke handelt, wird sich erst in der Zukunft zeigen.

6.7 Stand der Automatisierung Anfang der 1990er Jahre und Ausblick

Anfang der 1990er Jahre wurde eine Untersuchung zum Stand der Automatisierung in den Werken der japanischen Automobilhersteller durchgeführt (Fujimoto 1997a). Dies war ungefähr zu der Zeit, als die Diskussion über Automatisierung und das Interesse der Unternehmen an der Automatisierung von Montagabläufen bereits ihren Höhepunkt überschritten hatte. Einbezogen waren elf Unternehmen, unter ihnen alle international bekann-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ten Hersteller. Erfasst wurde pro Gewerk jeweils die am höchsten und die am niedrigsten automatisierten Produktionslinien.[100]

Drei Befunde sind bemerkenswert:

Zum Ersten zeigte sich, dass der Automatisierungsgrad in der Mehrzahl der Gewerke schon zu dieser Zeit außerordentlich hoch war, in der Mechanischen Fertigung, im Presswerk und im Karosseriebau lag er bei über 90 %. Hier gab es also schon um 1990 kaum noch Potenzial für eine Höherautomatisierung.

Zum Zweiten zeigte sich in der Montage ein komplett andres Bild. Hier war der Automationsgrad noch sehr gering – bei den höchstautomatisierten Linien in der Fahrzeugmontage lag er im Maximum bei 10 %.

Zum Dritten zeigte sich eine erhebliche Diskrepanz im Automatisierungsgrad zwischen den am höchsten automatisierten Produktionslinien und den am geringsten automatisierten Linien in den Gewerken der unterschiedlichen Produktionsstandorte der beteiligten Unternehmen. Hier gab es demnach noch viel Spielraum für weitere Automatisierungsmaßnahmen.[101]

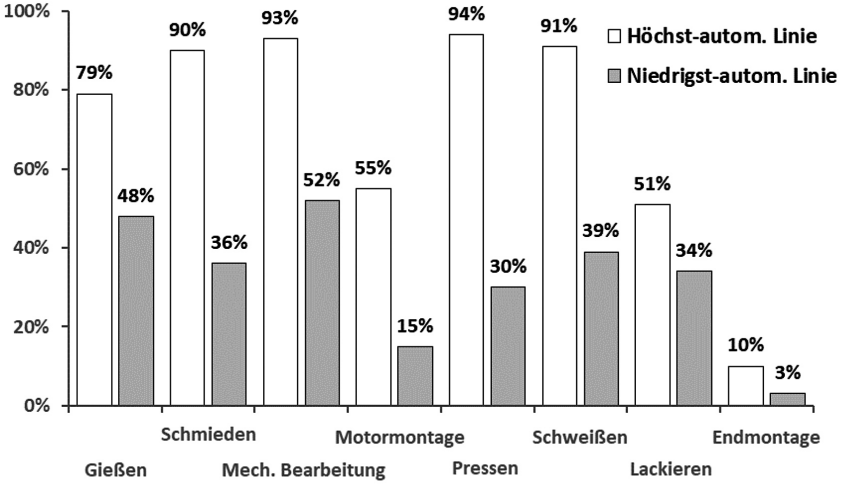
100 Die Frage nach dem Automationsgrad erwies sich, so berichtet Fujimoto (1997a), aufgrund der von den Herstellern verwendeten unterschiedlichen Definitionen in einzelnen Gewerken als schwieriger zu beantworten als gedacht. Von der Untersuchung übernommen wurden schließlich die von den Herstellern jeweils verwendeten Definitionen

101 Vergleichbare Untersuchungen für westliche Unternehmen liegen nicht vor.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 37 fasst die Ergebnisse der Untersuchung zusammen

*Abbildung 37: Automatisierungsgrade in den Gewerken der japanischen Automobilhersteller (1992)**



* Durchschnittswerte der Automatisierungsgrade der am höchsten bzw. am geringsten automatisierten Produktionslinien japanischer Automobilhersteller.

Quelle: Fujimoto (1997a: 64ff.)

Was die höchstautomatisierten Linien anbetraf, befanden sich die japanischen Werke damit weltweit in einer Spitzenposition. Von einer Zurückhaltung bei der Automatisierung, wie sie in der Anfangsphase gegeben war, konnte keine Rede mehr sein.

In der Folgezeit änderte sich das Bild. Der Zeit Anfang der 1990er Jahre, auf die sich diese Befunde beziehen, deutete sich bereits das Ende der Phase des Hyperwachstums der japanischen Wirtschaft an. Mit dem Platzen der „Bubble Economy" verringerten sich auch die Rekrutierungsprobleme und die Kritik an den Arbeitsbedingungen in der Industrie. Damit verschwand auch das Automatisierungsthema von der Agenda der Unternehmen. Daran hat sich in den nächsten Jahrzehnten und bis heute kaum noch etwas geändert. Die Abbildung dürfte auch heute, am Anfang der 2020er Jahre, kaum anders aussehen.

Der Zusammenhang zwischen dem Druck auf verbesserte Arbeitsbedingungen seitens der Beschäftigten und den Automatisierungsaktivitäten der Unternehmen ist offensichtlich.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der nachlassende Druck bedeutete nicht die Rückkehr zu der Zeit der früheren Produktivitätsüberlegenheit, als die japanischen Automobilunternehmen die des Westens vor sich hertrieben. Die hart erarbeitete Überlegenheit der 1980er Jahre zahlte sich nicht aus. Die Aufwertung des Yen, die durch das Plaza Agreement 1985 – unter dem Druck der USA zur Verringerung der Handelsbilanzunterschiede abgeschlossen – ausgelöst wurde, und das Platzen der Bubble 1993 machten die durch die Produktivitätssteigerungen erzielten Kostenvorteile zunichte. Fujimoto stellte wenige Jahre später fest:

> "The overwhelming cost advantages of the average Japanese car makers that existed in the early 1980s had been basically wiped out by the mid-1990s." (Fujimoto 1999: 304)

Als Reaktion auf die Verteuerung des Yen hatten die japanischen Hersteller ihre Produktivitätspotenziale genutzt, um die Preise weiter niedrig gehalten. Der steigende Cashflow aufgrund der anhaltend hohen Exporte der durch die Währungsaufwertung verteuerten Fahrzeuge heizte die Konjunktur an. Das Platzen der Blase, die dadurch entstanden war, leitete eine lange andauernde Stagnationsphase ein.

Seither gilt Japan nicht mehr als das Land des Produktivitätswunders; aktuell wird eher über die Produktivitätsschwäche der japanischen Wirtschaft, auch der Automobilindustrie und Toyotas, diskutiert (Betts 2021; McKinsey Global Institute 2015; Schonberger 2006).

6.8 Zwischenresümee

Toyotas Entwicklung war geprägt von der Suche nach einem eigenen Weg. Den Fordschen Ansatz der Einzweckmaschinen und das Konzept der Detroit Automation lehnte man ab. Wenn schon Automatisierung, dann sollte die eingesetzte Technik flexibler und auf dem Shopfloor einfacher zu handhaben sein. Vorrang hatte das Ziel der Effizienz der Abläufe insgesamt, nicht die Leistungsfähigkeit einzelner Maschinen und Anlagen. Die Entstehung intransparenter Strukturen (Black Boxes) auf dem Shopfloor, die nur durch Heranziehen externen Supports funktionieren, suchte man zu vermeiden.

Eine Besonderheit bei Toyota war der in der unmittelbaren Nachkriegszeit entstandene Ansatz der Schaffung quasi-automatischer Mechanismen durch Handlungsroutinen, die durch soziale Normen und Sanktionen und

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

durch Drill eingeübt und abgesichert waren und ansonsten nur einfache nichttechnische Hilfsmittel benötigten, wie sie oben im Falle des Kanban-Systems beschrieben wurden.

Über allem stand das Prinzip der Fließfertigung; Technikeinsatz und Automatisierung mussten sich dem unterordnen. Eine grundlegende Ablehnung von Automatisierungsmaßnahmen gab es jedoch nicht. Aber die Priorität, die dem stetigen Fertigungsfluss beigemessen wurde, brachte es mit sich, dass im Falle von Problemen nicht zuerst nach technischen Lösungen, sondern zunächst nach organisatorischen Lösungen gesucht wurde. und die Handlungssouveränität beim Shopfloor belassen wurde.

Das Prinzip einer Produktion ohne Facharbeiter wurde auch bei Toyota durchgesetzt. Aber den Sozialtyp des Massenarbeiters, wie er bei Ford geschaffen wurde, wollte man nicht. Vielmehr wollte man Beschäftigte, die sich an der Lösung betrieblicher Probleme beteiligten und sich im Verlauf ihres Erwerbslebens ständig weiterentwickelten. Das Spannungsverhältnis zwischen diesen gegensätzlichen Anforderungen wird mithilfe eines Personalsystems gemildert, das einen Wechsel der Arbeitssituation ermöglicht und den Einzelnen im Rahmen ihrer individuellen Entwicklung den Zugang zu höherwertigen Stellen in der Produktion eröffnet. Vor allem aber suchte man Segmentierungen auf dem Shopfloor zu vermeiden. Die Beteiligung an Verbesserungsaktivitäten auch der Produktionsarbeiter gehörte zu den regulären Arbeitsaufgaben, und sie wurde im Unternehmen primär unter dem Gesichtspunkt der Personalentwicklung und der Arbeitsbeziehung gesehen, weniger unter dem Gesichtspunkt der damit erzielten Einsparungen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

7. Vorgeschichte und Entwicklung von VW bis 1970

7.1 Einleitung

In diesem Kapitel wendet sich die Darstellung den Entwicklungen in Deutschland zu. Wieder gibt es einen ganz anderen historisch-institutionellen Kontext und andere Einflussfaktoren, wobei die politischen und sozialen Umbrüche durch die beiden Weltkriege eine wichtige Rolle spielten.

Auch hier beginnt die Darstellung mit der Situation Anfang des 20. Jahrhunderts (7.2). Wie in den USA erlebte die deutsche Automobilindustrie in dieser Zeit einen Gründerboom. Das Automobil galt als ein Luxusprodukt, für eine Massenproduktion fehlten in vielerlei Hinsicht die Voraussetzungen.

Der anschließende Abschnitt befasst sich mit der Entwicklung nach dem Ersten Weltkrieg bis zur Machtübernahme durch die Nationalsozialisten (7.3). Kurzzeitig wurden nach dem Krieg die Gewerkschaften und Betriebsräte zu zentralen Akteuren, es entstanden weitreichende Konzepte zur Neugestaltung der Wirtschaftsordnung, die Mitbestimmung wurde per Verfassung auf betrieblicher und auf Unternehmensebene eingeführt. Zur gleichen Zeit formierte sich ein Institutionensystem, das auf Produktionsmodernisierung und Effizienzverbesserungen ausgerichtet war. Als Modernisierungskonzepte wurde der Taylorismus und später der Fordismus breit diskutiert. Der Abschnitt endet mit der Darstellung der Ursprünge des Volkswagens in der Zeit des Nationalsozialismus, der Rolle von Porsche als Fahrzeugkonstrukteur sowie den Vorbereitungen für den Bau eines Werkes nach dem Vorbild des River Rouge Werks.

Abschnitt 7.4 befasst sich mit den Anfängen von Volkswagen nach dem Krieg. Das Werk Wolfsburg war das modernste Werk Europas, und es war im Wesentlichen unbeschädigt. Beschrieben wird zunächst die Situation des Werks, der steile Aufschwung der Produktion und schließlich der Einstieg in die Automatisierung. Es erfolgt ein erster Gang durch die Gewerke im Werk Wolfsburg.

Danach wird der Verlauf der Produktivitätsentwicklung bei der Käfer-Produktion analysiert (7.5). Der Verlauf zeigt ein ähnliches Bild wie bei Ford in den USA. Auch hier gab es im Anschluss an einen ersten Produktivitätssprung ein Abflachen der Produktivitätszuwächse.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In Abschnitt 7.6 erfolgt die Analyse der Beschäftigtenstruktur im Werk Wolfsburg in den ersten beiden Nachkriegsjahrzehnten. In einem ersten Schritt geht es um die Rolle der Gastarbeiter als der mögliche Kern eines Systems einer Low-Cost-Produktion mit Angelernten; im zweiten Schritt wird die tragende Rolle der Facharbeiter im Produktionssystem diskutiert; im dritten wird auf die Diskussion in der deutschen Industriesoziologie über die Frage der Auf- oder Abwertung von Produktionsarbeit aufgrund der Modernisierungsmaßnahmen der Werke in der Nachkriegszeit eingegangen.

7.2 Anfänge der deutschen Automobilindustrie

In den 1890er Jahren gab es in Deutschland eine erste Gründerwelle. 1899 existierten zwölf Hersteller von Automobilen mit Verbrennungsmotor. Hinzu kamen Unternehmen, die Elektromobile bzw. Dampfwagen produzierten. Im Jahr 1900 stellte der größte deutsche Hersteller, die Benz & Cie., 603 Motorwagen her (Seherr-Thoss 1979: 17), das waren mehr als bei Olds, wo im selben Jahr 400 Fahrzeuge produziert wurden (Kennedy 1941). Um 1900 war Benz & Cie. die größte Automobilfabrik in Deutschland. Das Mannheimer Werk vereinte sämtliche Werkstätten der Kraftwagenherstellung, von der Graugießerei bis zu den mechanischen Werkstätten, von der Tischlerei für den Räder- und den Karosseriebau bis zu den Montagehallen (vgl. Bönig 1993 Bd.1: 481).

In der weiteren Entwicklung fiel Deutschland zurück – nicht nur gegenüber den USA, sondern auch gegenüber Frankreich und England.

Eine Ursache für das Auseinanderklaffen der Entwicklungen war, dass sich in Deutschland kein Fahrzeugtyp durchsetzen konnte, der Standards setzen konnte und entscheidende Vorteile gegenüber der Konkurrenz aufwies. Nicht einmal die Frage des Antriebssystems – elektrisch, fossil, Dampf – wurde bis zum Ausbruch des Ersten Weltkriegs geklärt. Die deutschen Unternehmen produzierten bei geringer Gesamtproduktion eine Vielzahl von unterschiedlichen Fahrzeugtypen. Im Jahr 1912 gab es in Deutschland 60 Unternehmen, die durchschnittlich jeweils vier bis sechs Fahrzeugmodelle herstellten (1914 produzierte die Daimler Motoren Gesellschaft 14 verschiedene Modelle, bei den Benz-Werken waren es zehn; Klemm 1929: 15).

Der Vielzahl der zumeist hochwertigen Fahrzeugmodelle stand eine geringe Käuferzahl gegenüber. Anders als in Amerika und teilweise auch

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Frankreich sah man in Deutschland das Automobil als Luxusfahrzeug („Spielzeug der Reichen") und nicht primär als Fahrzeug zur Nutzung im alltäglichen Gebrauch (vgl. Haubner 2001).

Wie in den USA waren es auch in Deutschland drei Gruppen von Firmen, die sich frühzeitig im Automobilbau engagierten. Die erste kam aus dem allgemeinen Maschinenbau. Beispiele sind die Firmen Benz und Daimler. Die zweite Gruppe hatte als Hintergrund die Herstellung von Nähmaschinen, Fahrrädern oder ähnlichen Konsumgütern. Beispiele sind Dürrkopp, Opel, Adler und auch Brennabor (wo ursprünglich Kinderwagen hergestellt wurden). Die dritte waren Unternehmen der elektrotechnischen Industrie.

Für die Mehrzahl dieser Gründerunternehmen lässt sich feststellen, dass sie sich bei ihren Produktionsmethoden schon frühzeitig an amerkanischen Vorbildern orientierten. So wird über das oben erwähnte Werk von Benz in den 1910ern berichtet, dass dort sowohl in der Teileherstellung als auch in der Montage sehr früh amerikanischer Herstellungsverfahren und Maschinen eingesetzt wurden. Der 1913 für die Teileherstellung verantwortliche Ingenieur hatte mehrere Jahre bei Ford im Highland-Park-Werk gearbeitet (vgl. Bönig 1993 Bd.1: 481).

Das American System fand wenig Beachtung in der deutschen Diskussion. In der Produktion dominierten unangefochten die Facharbeiter. Während der Kriegszeit wuchs allerdings das Interesse an einer Produktion mit angelernten Arbeitskräften, besonders mit Frauen. Mit dem Einsatz solcher Arbeitskräfte auch bei fachlich anspruchsvolleren Tätigkeiten hatte man noch kaum Erfahrungen. Das Kriegsamt forderte daraufhin die einschlägigen technischen und industriellen Verbände auf, Erfahrungsberichte über solche Einsätze zu veröffentlichen (ebd.: 93).

Die Thematik der Austauschbarkeit der Teile wurde in der deutschen Diskussion allein aus der produktionswissenschaftlichen Perspektive betrachtet und hier unter dem Stichwort „Austauschbau" behandelt. In einem Sammelband, der sich kurz nach dem Krieg mit der Thematik beschäftigte, wurde die Frage der Ersetzung der Facharbeiter durch Angelernte gleich am Anfang des Buches beiseitegeschoben. Der Austauschbau sei „eine Sache (...), die nur die Betriebsingenieure angeht." (Ebd.: 1) Offenbar war dies ein sensibler Punkt.

Das Ziel der Standardisierung wurde vor allem von Seiten des Militärs vorangetrieben. Im Hinblick auf den Auftrag des Waffen- und Munitionsbeschaffungsamtes der preußischen Armee, alle Möglichkeiten der Vereinheitlichung zu prüfen und umzusetzen, bildete sich 1917 aus Vertretern von

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Firmen des Maschinenbaus, der elektrotechnischen Industrie, der Feinmechanik und des Schiffbaus (Vertreter von Automobilunternehmen waren nicht dabei) der „Normenausschuss der Deutschen Industrie" (NDI). Dieser sollte nicht nur kurzfristig die Rüstungsproduktion sicherstellen, sondern bereits die internationale Konkurrenzfähigkeit der Industrie im Bereich der Massenproduktion nach dem Krieg vorbereiten. Es entstand eine komplizierte Struktur von Ausschüssen für spezielle Aufgaben, darunter der Ausschuss für Herstellungsfragen, später umbenannt in Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung, der für Fragen der Spezialisierung und Typisierung zuständig war (vgl. Bönig 1993: 89ff). Auf diese Weise wurden die Grundlagen für ein staatlich-privatwirtschaftliches Institutionensystem gelegt, das – getragen von Vertretern von Verbänden, Einzelunternehmen und den Ministerien, später teilweise auch mit Beteiligung von Gewerkschaften – die Entwicklung unternehmensübergreifender Standards vorantrieb und Konzepte der effizienten Produktions- und Betriebsorganisation erarbeitete. Dieses Institutionensystem spielte nach dem Ersten Weltkrieg eine wesentliche Rolle bei den Bemühungen, die deutsche Wirtschaft zu modernisieren.

7.3 Entwicklung in der Zwischenkriegszeit

7.3.1 Errungenschaften der Novemberrevolution

Mit dem Ende des Kaiserreichs im November 1918 öffnete sich für eine kurze Zeit die Perspektive einer sozialistischen Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung, zu der sich die Sozialdemokratie und die Gewerkschaften mit ihren Programmen bekannten. Eine Vorentscheidung gegen eine radikale Systemveränderung war schon durch das Stinnes-Legien-Abkommen[102] gefallen, in dem führende Unternehmens- und Gewerkschaftsvertreter vereinbarten, den Übergang von der Kriegs- in die Friedenswirtschaft gemeinsam zu organisieren. Die Vereinbarung bedeutete für die Gewerkschaften die Anerkennung als Verhandlungspartner, die Einführung des Acht-Stunden-Arbeitstages und im Prinzip – das Recht auf Mitbestimmung. Über

102 Es handelte sich um einen Vertrag zwischen Arbeitgeberverbänden und Gewerkschaften, der einen Monat vor Kriegsende abgeschlossen wurde. Seinen Namen verdankt das Abkommen den beiden federführenden Unterzeichnern: dem Industriellen Stinnes und dem Vorsitzenden der Generalkommission der Gewerkschaften Deutschlands, Legien.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

die Mitbestimmung gab es von Beginn an Auseinandersetzungen, und in den Unternehmen versuchte man bald, die Arbeiterräte aus den Betrieben zu drängen. Durchgesetzt wurde die Mitbestimmung erst durch eine große Streikbewegung. Dem „Druck der Massen" nachgebend, wurde die Mitbestimmung auf betrieblicher wie auch auf Unternehmensebene schließlich in der Weimarer Reichsverfassung anerkannt. An die Stelle der ursprünglich weiterreichenden Mitbestimmungsrechte wurde ihre Aufgabe aber nun in der „Mitwirkung an der wirtschaftlichen Entwicklung der produktiven Kräfte" gesehen (Neubauer 1968: 29; vgl. auch Korsch 1968/1922).

Die Machtverschiebungen durch die November-Revolution waren der Hintergrund für die Durchführung eines Projekts zur Einführung der „Gruppenfabrikation" bei der Daimler Motoren Gesellschaft. Das Daimler-Werk Untertürkheim stand in dieser Zeit unter der Kontrolle revolutionärer Arbeiter. Das Projekt war nur von kurzer Dauer, dennoch soll im Folgenden ein kurzer Blick darauf geworfen werden, zeigte es doch für eine kurze Zeit die Möglichkeit einer Alternative zu dem amerikanischen Modell der Massenproduktion, das bald die Diskussion in Deutschland beherrschen sollte.

Ein Bericht des Verantwortlichen für das Projekt (Richard Lang, Produktionsleiter im Werk Untertürkheim) erschien in der ersten Nummer der Daimler-Werkszeitung 1919 und wurde später aufgenommen in ein gemeinsam mit Willy Hellpach, dem Leiter des gerade erst gegründeten Instituts für Sozialpsychologie an der Technischen Hochschule Karlsruhe, veröffentlichten Buch (Lang/Hellpach 1922). Im ersten Teil beschrieb Lang die Ziele des Projekts. Die Grundidee war, kleinere Produktionseinheiten zu schaffen, die ein bestimmtes, in sich vollständiges Produkt – in heutigen Begriffen ein Modul – eigenständig herstellen. „Eine solche Fabrikationsgruppe", so wird ausgeführt,

> „ist in sich geschlossen und von anderen Bearbeitungsabteilungen unabhängig, lässt also auch hinsichtlich des Ortes für ihre Unterbringung großen Spielraum. Der Transport der Einzelteile spielt sich auf dem denkbar kürzesten Weg innerhalb der Gruppe selbst ab, nur die Rohteile fließen ihnen von den Magazinen aus zu, um sie erst völlig fertig bearbeitet und zusammengebaut wieder zu verlassen." (Lang/Hellpach 1922: 2)

Im zweiten Teil des Buches diskutiert Hellpach das Projekt. Grundlegend waren für ihn die Prinzipien der Ganzheitlichkeit der Arbeitsaufgabe und der Organisation der Fertigung in kleinen Organisationseinheiten. In der Gruppenfabrikation habe der Arbeiter „viel eher Gelegenheit zu beobach-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ten, wie auf dem von ihm geleisteten Arbeitsgang weitergebaut, oder wie das von ihm hergestellte Einzelstück weiterverwendet wird". Im modernen Fabriksaal sei dieses Gefühl verloren gegangen. Die Personen arbeiteten isoliert voneinander, es gebe für sie keine Befriedigung („Erzeugnislust") mehr über eine selber gelöste Aufgabe an einem selbst gefertigten Produkt, daher fehle das Verantwortungsgefühl für das Ganze (ebd.: 23f).

Hellpach sah das Fabrikexperiment bei Daimler in größeren Bezügen. Für ihn war es eine Antwort auf das „große Fabrikproblem, an dem vielleicht mehr, als man heute noch ahnt, die Zukunft der menschlichen Wirtschaft, ja Gesellschaft hängt" (ebd.: 69). Der zunehmende Massencharakter der Fabrik führe ebenso wie das Leben in den Mietskasernen zur Gefahr der Zerstörung des sozialen Zusammenhalts.

Leidenschaftlich wandte er sich gegen eine Produktion durch Angelernte. Zu glauben, dass Angelernte bei fortschreitender Entwicklung des Fabrikbetriebs und weiterem Ausbau der Arbeitsteilung den Facharbeiter überflüssig machen würden, „wäre ein geradezu verhängnisvoller Irrtum. Die Erfahrung hat gerade im Gegenteil gezeigt, daß bei einem hohen Stande der Industrie gelernte Facharbeiter mehr denn je benötigt werden." (Ebd.: 176 Fußnote 68)

Den Hintergrund von Hellpachs Ausführungen bildete seine intensive Auseinandersetzung mit dem Fordschen Produktionssystem. Er kritisierte, dass man sich in Deutschland bisher mit Fragen der Gestaltung von Fertigungsprozessen und der Betriebsorganisation kaum beschäftigt habe.[103] Demgegenüber habe sich Henry Ford diesen Fragen mit großer Gründlichkeit gewidmet mit dem „erkennbaren Bewusstsein (…), daß die betriebstechnische Eigentümlichkeit dieses Fabrikationsganges es ist, die dem Ford-Werk seine (quantitative) Überlegenheit in der Kraftwagenerzeugung der Welt (…) verleiht." (Ebd.: 231) Hellpach erkannte die Überlegenheit des Massenproduktionssystems an, suchte aber nach Alternativen und sah in dem Experiment von Lang einen Ansatzpunkt dafür.

Die Gruppenfabrikation wird in der Industriesoziologie heute als Klassiker der Diskussion über Gruppenarbeit und Arbeitsgestaltung angesehen. Die Konzepte der ganzheitlichen Arbeitsaufgabe und der eigenständigen Fabrikationsgruppe wurden im Rahmen der Diskussion über teilautonome Gruppenarbeit und fraktale Fabriken in den 1990er Jahren wieder aufgegriffen. Zur damaligen Zeit blieb es bei einem kurzzeitigen Experiment.

103 Diese Kritik unterlegt er in einer fast 20-seitigen Fußnote.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der Mainstream sah die Lösung in einer Modernisierung nach amerikanischem Vorbild.

7.3.2 Diskussion über Taylorismus und Fordismus in den 1920er Jahren

Nach dem verlorenen Ersten Weltkrieg waren breite Bevölkerungsschichten vollständig verarmt. Die seit dem Anfang des Krieges steigende Inflation nahm 1923 absurde Proportionen an. Durch die Hyperinflation verlor vor allem die Mittelschicht, die wichtigste Käufergruppe von Automobilen, ihr Vermögen. Auf Seiten der Unternehmen fehlte das Kapital für den Kauf von Maschinen und Anlagen, um Automobile in größerem Umfang produzieren zu können.

In dieser Situation sahen viele Industriepraktiker den Taylorismus als Ausweg aus der Wirtschaftsnot. Auch viele Gewerkschaftsvertreter sahen darin ein unverzichtbares Mittel beim Wiederaufbau der Wirtschaft und bei der Erzielung der notwendigen Produktionssteigerungen, um die Armut in der breiten Bevölkerung zu lindern. Auf dem Gewerkschaftskongress des ADGB bekannte sich dessen Führung zu Sozialisierung *und* zum Taylorismus. Die Verwirklichung des Sozialismus hänge von der Ertragssteigerung der gesellschaftlichen Arbeit ab (Neubauer 1968: 50f.). Alternative Produktionskonzepte wie die Gruppenfabrikation (oder auch die Werkstattaussiedlung[104]) wurden demgegenüber als romantische Abwege verworfen.

Aber schon bald geriet der Taylorismus in Misskredit – insbesondere auf Seiten der Gewerkschaften, die ihn nach Bekanntwerden von Erfahrungen in den USA als Ausbeutungssystem kritisierten. Stattdessen wurde ab Mitte der 1920er Jahre, nach dem Ende der Inflation und dem Zustrom von Kapital aus dem Ausland, der Fordismus zum Hoffnungsträger für einen wirtschaftlichen Aufschwung.

---

104 Ebenfalls unter dem Eindruck der revolutionären Nachkriegszeit entwickelte Rosenstock, der erste Leiter der gewerkschaftlichen Akademie der Arbeit in Frankfurt a.M., das Konzept der Werkstattaussiedlung. Das Konzept sah die Verlegung von Arbeitsplätzen aus der Fabrik vor. Gruppen von zehn bis zwölf Arbeitern sollten freiwillig aus der Fabrik ausscheiden können und unter selbst gewählter Leitung in einem kleinen Zweigbetrieb ihre Arbeit nach ihrem eigenen Ermessen leisten. Durch das gemeinsame Organ des Betriebsrats sollten die Werkstätten im Zusammenhang mit dem Hauptbetrieb stehen. In den Werkstätten seien die Arbeiter Mitglieder von sich selbst verwaltenden Gruppen. Der Großbetrieb bleibt damit das Zentrum, es gibt auch kein Zurück zur Heimarbeit. Aber durch Zwischenschaltung des Betriebsrats sollten die weitgehenden Rechte der Selbstbestimmung in diesen Werkstätten gewährleistet sein (Rosenstock 1922).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In Deutschland wurden die Besonderheiten des Forschen Produktionssystems erst mit dem Erscheinen der deutschen Übersetzung von Henry Fords Autobiografie „Mein Leben und Werk" einer breiteren Öffentlichkeit bekannt (Ford 1923). Das Buch war auch in Deutschland eine Sensation. Der Vorsitzende der Holzarbeitergewerkschaft, Fritz Tarnow, bezeichnete es später als „revolutionärste Schrift der ganzen bisherigen Wirtschaftsliteratur", weil es die Aussöhnung der Interessen von Kapital und Arbeit auf der Grundlage des bestehenden Wirtschaftssystems versprach (zit. bei Bönig 1993: 103; Tarnow 1928). Friedrich von Gottl-Ottlilienfeld, Professor für Nationalökonomie an der Universität Kiel, der den Fordismus 1924 in seinen Vorträgen als „weißen Sozialismus" pries, sah in ihm ein sich selbst tragendes und sich stetig ausweitendes Konsummodell, das die Interessengegensätze der Klassen abmilderte, indem es allen einen Anteil an der wachsenden Produktion zukommen ließ (von Gottl-Ottlilienfeld 1925).

Unter dem Gesichtspunkt der Übertragbarkeit der Fordschen Produktionsmethoden war für die Praktiker unter den gegebenen Bedingungen vor allem die Fließfertigung von Interesse. Demgegenüber wurden die Aussichten für eine Mechanisierungsstrategie als wenig günstig angesehen. So erklärte der „Obmann" des Arbeitskreises für Fließfertigung beim VDI, Mäckbach:

> „Wir werden in Deutschland mit der Mechanisierung vorläufig nicht allzu weit gehen dürfen… . Vor allem hat die Rationalisierung in Deutschland nicht den Zweck, unsere Fabriken zu ‚amerikanisieren'… . Unsere Rationalisierung hat die Mängel zu beseitigen, die uns in Deutschland plagen … (wie) Erwerbslosigkeit… . Solange… so viele Menschen kein Brot haben und keine Kaufkraft bringen, wäre es verkehrt, sie weiter aus den Betrieben herauszuhalten durch Übermechanisierung" (zit. bei Bönig 1993 Bd.1: 147).

Zwischen Fließarbeit und Fließ*band*arbeit wurde, wie in Japan, eine klare Trennlinie gezogen. Der Betriebswissenschaftler Heidebroek sah das Fließband als eine Extremform:

> „Die eigentliche Bandarbeit ist eine besondere Abart der Fließarbeit, allerdings die extremste Form. Sie vereinigt das Transportband …mit dem starren mechanisierten Zwang der zwangsläufigen Arbeitsfolge, stellt also die absolute Aufhebung jeder Zeitbeweglichkeit dar und damit den Endpunkt der Entwicklung, den die Fließarbeit überhaupt erreichen kann" (zit. ebd.: 117).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Aber auch Fließarbeit wurde in der deutschen Debatte zunächst eher als Idee diskutiert, Beispiele der Realisierung gab es kaum. 1924/25 wurde über ihre Einführung breit diskutiert:[105] Es gab Konferenzen und Messeveranstaltungen, Demonstrationsprojekte, eine Welle von Veröffentlichungen. Eine Umfrage des Deutschen Metallarbeiterverbandes zur Verbreitung der Fließarbeit in der metallverarbeitenden Industrie aus dem Jahr 1929 ergab, dass die größte Zahl der Arbeiter, die in Systemen der Fließproduktion tätig waren, in der Fahrzeugindustrie beschäftigt war. 72 % von diesen leistete Fließarbeit, 28 % Fließbandarbeit. Besonders verbreitet war die Fließbandarbeit in der Elektroindustrie, wo sie eine Domäne der Frauenarbeit war (vgl. ebd.: 223f; vgl. auch Wittke 1995).

Die Rezeption und die Umsetzung des Ford-Systems waren, so lässt sich zusammenfassend feststellen, in hohem Maße von den spezifischen deutschen Bedingungen geprägt. Angesichts der Produktion relativ kleiner Serien und des Mangels an Kapital spielte, wie in Japan, die Frage des Einsatzes von Einzweckmaschinen in der Zwischenkriegszeit noch keine Rolle. Zudem waren die Löhne in Deutschland, wie in Europa allgemein, deutlich niedriger als in den USA.[106] Von einem „Volkswagen" war frühzeitig die Rede, aber den Anfang bei der Massenmotorisierung machte in Deutschland das Motorrad (Disko 2016).

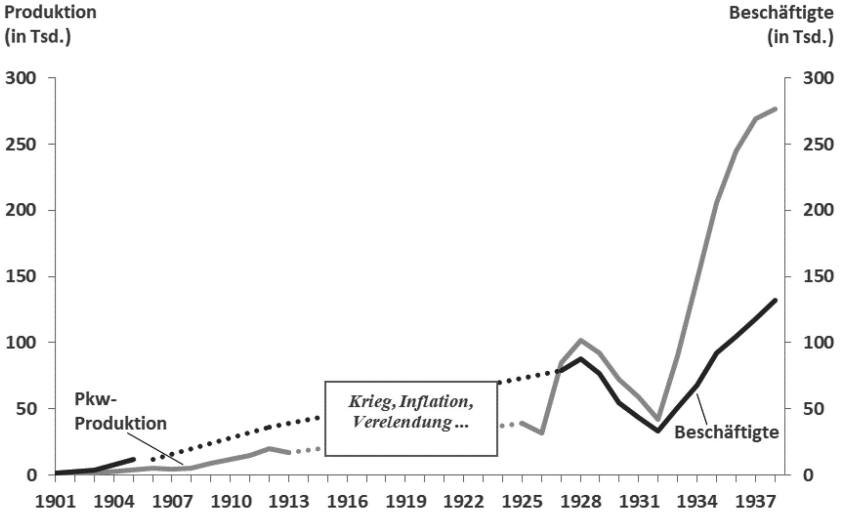
Im Jahr 1929 löste die von der Wall Street ausgehende Wirtschaftskrise einen Zusammenbruch der Wirtschaft aus. Die Krise erhöhte die Akzeptanz autoritärer Lösungen politischer, sozialer und wirtschaftlicher Probleme. Erst in der Zeit von 1933 bis 1938 kam es zu einem Anstieg der Produktion und der Beschäftigung. Abbildung 38 zeigt diesen Verlauf:

105 Vgl. dazu die Darstellung bei Bönig über die Ausarbeitung einer Definition (Bönig 1993: 114ff.), zum Grundplan der Fließarbeit (vgl. ebd.: 119).

106 Flink (1985: 154) schätzt das Durchschnittseinkommen pro Kopf 1914 auf 334 US-Dollar in den USA, verglichen mit 243 USD in Großbritannien, 185 USD in Frankreich und 146 USD in Deutschland.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 38: Pkw-Produktion und Beschäftigte in der Automobilindustrie in Deutschland (1901 bis 1938)



Quelle: von Seherr-Thoss (1979: 25ff., 65, 68, 337, 557)

In den 1930er Jahren hatten sich schließlich fünf Unternehmen[107] in Deutschland als Marktführer herausgemendelt, angeführt mit großem Vorsprung von Opel, das inzwischen von General Motors übernommen worden war und knapp 40 % der Zulassungen in Deutschland auf sich vereinte. Aber in Stückzahlen bedeutete das lediglich 80.000 Fahrzeuge – kein Vergleich zum Produktionsvolumen der amerikanischen Massenhersteller.

7.3.3 Der Volkswagen als nationalsozialistisches Projekt

Im Februar 1933 stellte Hitler in einer Rede anlässlich der Internationalen Automobilausstellung in Berlin ein nationales Kraftfahrzeugprogramm vor und kündigte auch das Volkswagenprojekt an. Durch die Subventionierung von „Volksprodukten" erhoffte sich das neue Regime, die konsumhungrige Bevölkerung für sich zu gewinnen.

107 Opel, Audi-DKW, Daimler-Benz, Adler und Ford.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Hitler formulierte drei Hauptvoraussetzungen für die Beschaffenheit des Volkswagens: Er sollte mit einem 30-PS-Motor ausgestattet sein, in der Lage sein, vier Erwachsene mit mäßigem Komfort zu befördern und nur 1.000 Reichsmark kosten (vgl. zum Folgenden Mommsen/Grieger 1996; Wiersch 1974). Ein Jahr nach Hitlers Rede überreichte das Konstruktions- und Beratungsbüro Porsche der Reichsregierung ein Exposé, in dem es sich für die Aufgabe bewarb, den Prototypen für einen Kleinwagen zu entwickeln, der diesen Anforderungen entsprach.

Tatsächlich hatte Ferdinand Porsche schon seit einiger Zeit an einem Konzept für ein solches Fahrzeug gearbeitet.[108] So war ein von dem Konstruktionsbüro Porsche 1932 für die Firma Zündapp entwickeltes Automobil aufgrund zentraler konstruktionstechnischer Merkmale schon ein direkter Vorläufer des Volkswagens (Wiersch: 1974: 15). Noch stärker traf dies auf ein wenig später im Auftrag für die Firma NSU entwickelte Fahrzeug zu.[109]

Eine Denkschrift Porsches, die dem Reichsverband der Deutschen Automobilindustrie (RDA) Mitte Mai 1934 zuging, enthielt die Forderung, dass die angestrebte hochrationalisierte Fließfertigung nicht durch häufige Veränderungen am Produkt beeinträchtigt werden dürfe. Ausdrücklich verwies Porsche dabei auf das Vorbild des Fordschen T-Modells (vgl. Mommsen/Grieger 1996: 82).

Zu den Vorstellungen Porsches über die Fertigung führen Mommsen und Grieger aus:

> „Porsche betonte, durch automatisierte Fertigungsmethoden in größerem Umfang ungelernte Arbeitskräfte beschäftigen und die Zulieferer und Rohstofffirmen ‚unter Ausübung eines gewissen Drucks seitens der Reichsregierung' und der Androhung des Boykotts gegen gewisse Lieferanten zu bedeutenden Preisabschlägen bewegen zu können." (Mommsen/Grieger 1996: 81)

108 Porsche hatte in den 1890ern ein Ingenieursstudium absolviert. Er arbeitete beim österreichischen Automobilhersteller Lohner und später bei der Daimer Motoren Gesellschaft Österreich als Produktkonstrukteur vornehmlich an der Entwicklung von Sportwagen und fuhr auch selbst Autorennen. Ab 1923 war er in Stuttgart als Leiter des Konstruktionsbüros und Vorstandsmitglied der Daimler-Motoren-Gesellschaft (DMG) tätig. Nach Zerwürfnissen dort und einer kurzen Phase als Technischer Vorstand der Steyr Werke, gründete er 1930 die „Dr. Ing. h. c. F. Porsche GmbH, Konstruktionen und Beratung für Motoren und Fahrzeuge".

109 Motor und Getriebe waren im Heck untergebracht, der Motor war ein luftgekühlter Vierzylinder Boxermotor.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

1937 zog die Deutsche Arbeiter-Front (DAF), die NS-Nachfolgeorganisation der Gewerkschaften (ebd.: 127f., 132), die Fabrikplanungen an sich und gründete die Gesellschaft zur Vorbereitung des Deutschen Volkswagens mbH (Gezuvor). Der Beschluss, das Fahrzeug nicht nur zu entwickeln, sondern in einem eigens dafür zu gründenden Unternehmen auch selbst zu bauen, wurde erst jetzt getroffen, bis dahin konnte man sich auch vorstellen, dass das Fahrzeug von einem oder mehreren der bereits existierenden Unternehmen in Deutschland hergestellt werden würde (vgl. Wiersch 1974: 95). Das Planungsbüro der Gezuvor stand unter der Leitung des technischen Direktors, Otto Dyckhoff, der zuvor bei der Adam Opel AG tätig gewesen war. Die Geschäftsleitung der Gezuvor brach nur wenige Wochen, nachdem der Beschluss für eine Serienfertigung der Porsche-Konstruktion in einer eigenständige Volkswagen-Fabrik gefallen war, auf Vorschlag Porsches zu einer mehrwöchigen Reise in die USA auf.

> „Noch in Detroit kam die Geschäftsleitung überein, dass die River-Rouge-Fabrik, über deren technische Ausstattung und Arbeitskräftepolitik man sich intensiv unterrichten ließ, eine deutsche Entsprechung finden und das geplante Volkswagenwerk eine fast maßstabsgerechte Kopie des Fordschen Hauptwerkes sein sollte. Die Festlegung eines Produktionsziels von 1,5 Millionen Fahrzeugen im Jahr stellte allerdings sicher, dass die Fertigungszahlen der Ford Motor Company knapp übertroffen werden konnten. Im Gepäck der VW-Delegation befand sich nicht nur ein genaues Bild von der technischen Ausstattung dieser Mammutfabrik; im Gefolge der Porsches und Co. kehrte auch eine fast 20köpfige Gruppe deutschstämmiger Techniker und Ingenieure ins Deutsche Reich zurück.“ (Grieger 1995: 165)

Unter den aus Detroit angeworbenen Ingenieuren befanden sich „überwiegend Fachleute für Fließfertigung und Automatisierung, die vom zeitgenössischen Fordismus geprägt waren.“ (Mommsen/Grieger 1996: 408)

Die Finanzierung der Fabrik bestand zum Teil aus dem Verkauf von konfisziertem Vermögen der Gewerkschaften. Die Kosten für Anlagen mit Maschinen, Werkzeugen und Förderbändern waren dabei der größte Posten (ebd.: 165f.). Der britische Wirtschaftshistoriker Tolliday kommentiert:

> “The huge plant and the import of numerous expensive single-purpose machine-tools from the U.S. (using much scarce foreign exchange) resulted in massive start-up costs which were heavily subsidized by DAF at a time when the plant had very uncertain prospects of return. (...) This

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

enormous special purpose factory would have been simply a fantasy for any other European manufacturer at the time." (Tolliday 1995: 282f.)

Im Prinzip übernahm man auf diese Weise den avanciertesten Stand amerikanischer Technik. Das Werk Wolfsburg war ebenso wie das Werk River Rouge als vertikal integrierte Fabrik geplant, d.h. mit einer hohen Fertigungstiefe, um eine quasi autarke Produktion zu ermöglichen:

„In den ersten Entwürfen von Juli und August 1937 waren neben den zentralen Produktionsbereichen des Presswerkes, des Karosseriewerkes, der Mechanischen Werkstatt und der Schmiede eine Gießerei, ein Kalt- und Warmwalzwerk, ein Hochofen und ein Stahlwerk sowie die Errichtung einer Gummi- und einer Glasfabrik analog zum amerikanischen Gegenstück vorgesehen. Erst im Verlauf der weiteren Planung wurde der Stahlbereich gestrichen … und die Errichtung der Gummi- und Glasfabrik aufgeschoben." (Mommsen/Grieger 1996: 251)

Porsche plante, in der ersten Ausbauphase des Volkswagenwerks 400.000 bis 500.000 Wagen in Doppelschicht mit 17.500 Arbeitern zu bauen. „Diese Leistung, die sich in einer extrem niedrigen Fertigungszeit pro Wagen niederschlagen musste, sollte durch Adaption neuester amerikanischer Produktionsverfahren und -systeme bei einem relativ geringen Durchschnittsalter der Belegschaft erreicht werden." (Wiersch 1974: 208)
Im Hinblick auf die Qualifikation wurde folgende Struktur angestrebt:

Tabelle 9: Geplante Qualifikationsstruktur im Volkswagenwerk

	Volkswagenwerk (Vorkriegsplanung)	**Durchschnitt der deutschen Automobilindustrie**
Gelernte Facharbeiter	30,0 %	56,26 %
Angelernte Arbeiter	30,0 %	14,36 %
Hilfsarbeiter	20,0 %	13,30 %
Aufstiegsberufe	6,0 %	4,80 %
Sonstige	6,0 %	5,85 %
Lehrlinge	8,0 %*	5,43 %

* Der hohe Lehrlingsanteil war durch das Vorwerk in Braunschweig bedingt, das nur der Lehrlingsausbildung diente.

Quelle: Wiersch (1974: 209); Doleschal/Dombois (1982: 36)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Diese Struktur bedeutete einen Schritt in Richtung auf das amerikanische Vorbild, aber der Anteil gelernter Facharbeiter war deutlich höher als dort, er war zugleich aber auch erheblich geringer als im Durchschnitt der deutschen Automobilindustrie. Auch wurde der Lehrlingsausbildung eine große Bedeutung beigemessen. Laut Mommsen/Grieger (1996: 235) überstieg das Ausbildungsprogramm das der meisten anderen großen Industrieunternehmen.

1939 war das Werk soweit fertiggestellt, dass die Vorbereitungsstäbe nach Wolfsburg übersiedeln konnten und die Einrichtung begann. Die Maschinen aus den USA waren bereits teilweise eingetroffen oder wurden noch angeliefert. Noch im selben Jahr brach der Zweite Weltkrieg aus, das Werk wurde genau zu dem Zeitpunkt für die Produktion von Rüstungsgüter beschlagnahmt, an dem eigentlich der Produktionsbeginn vorgesehen war. Durch die Umkonstruktion des Käfers zu einem Kübelwagen, einer Art Jeep, konnten die Anlagen dennoch genutzt werden. Ab 1940 produzierte das Werk daher neben anderen Rüstungsprodukten auch während des Krieges Fahrzeuge, überwiegend die Kübelwagen.

Für die Produktion wurde in großem Umfang ausländische Zwangsarbeiter eingesetzt, vor allem auch KZ-Häftlinge. Sie machten 1942 60 % der Betriebsbelegschaft aus (Grieger 1995: 170). Im Management wurden bereits Überlegungen über die Nachkriegszeit angestellt. So hielt der oben bereits erwähnte Dyckhoff 1941 einen Vortrag über die Frage der Auswirkungen der Automatisierung auf die Belegschaftsstruktur und entwarf dabei, wie Mommsen/Grieger schreiben, die

> „Vision, daß Deutsche künftig nur noch als Facharbeiter tätig sein würden. Für die ‚Bedienung der automatischen Maschine' würden in nicht allzulanger Zeit primitivere Menschen aus dem Osten und dem Süden herangezogen werden. Die Deutschen würden dann vornehmlich als Einsteller und Werkzeugmacher benötigt." (Mommsen/Grieger 1941: 410)

Insgesamt wurden in der Zeit von 1940 bis 1945 66.000 Fahrzeuge hergestellt, die Mehrzahl davon waren Kübelwagen, aber es befanden sich darunter auch einige hundert VW-Limousinen, die konstruktionsmäßig mehr oder minder dem Käfer entsprachen (Mommsen/Grieger 1996: 1032).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

7.4 Volkswagen nach dem Krieg

Bei Kriegsende nahm das Werk praktisch nahtlos die Fahrzeugproduktion wieder auf – zuerst für die amerikanische und rasch darauf für die britische Militärregierung. Die Beschäftigtenzahl im April 1945 lag bei 2.500 (Mommsen/Grieger 1996: 974; Tolliday 1995). Dennoch kann für eine längere Zeit nicht von einer regulären Produktion gesprochen werden.

Der Aufbau der Belegschaft war schwierig. Trotz der großen Zahl von Umsiedlern und Flüchtlingen waren Facharbeiter nicht leicht zu finden. Die Fluktuation war sehr hoch, ebenso der Absentismus. Es gab Versorgungsprobleme mit Rohstoffen, und die Zukunft des Werks war ungewiss. Dennoch gelang es, unter der Regie der britischen Militärregierung und aufgrund des Engagements der von ihnen entsandten Vertreter, die Situation langsam zu verbessern.

Ende 1947 wurde Heinrich Nordhoff zum Generaldirektor ernannt. Als Abteilungsleiter bei Opel während der 1930er und 1940er Jahre war Nordhoff mit amerikanischen Produktionsmethoden vertraut. Die britische Militärregierung und auch Nordhoff sahen in dem Zusammengehen mit Ford eine Möglichkeit, das notwendige Kapital für eine technische Modernisierung des Werks aufzubringen. Nach mehreren ergebnislosen Gesprächen mit leitenden Managern des Ford-Werks in Köln wandte sich Nordhoff direkt an Henry Ford II. Im Mai 1948 fand ein Gespräch in Köln statt, an dem er teilnahm – allerdings mit negativem Ergebnis (Mommsen/Grieger 1996: 978).

1949 erfolgte die Übergabe des nunmehr „Volkswagenwerk GmbH“ genannten Unternehmens an die Treuhänderschaft der Bundesregierung. Die Verwaltung übernahm das Bundesland Niedersachsen. Nordhoff blieb auf der Position bis zu seinem Tode im Jahr 1968 und prägte somit Volkswagen in dem hier nachgezeichneten Zeitraum maßgeblich.

7.4.1 Der Käfer – in den Fußstapfen des Modells T

Schon als Nordhoff 1948 nach Wolfsburg kam, legte er sich auf eine Ein-Modell-Politik fest und beharrte auf der Porsche-Konstruktion, die zur Grundlage für den „Käfer“ wurde; von diesem wurden über die gesamte Bauzeit hinweg mehrere Typen mit teils erheblichen Abwandlungen in der Karosserieform und der Ausstattung hergestellt. (Vgl. Wiersch 2010) Nordhoff vermied bis zum Ende seiner 20-jährigen Amtszeit einen grundlegen-

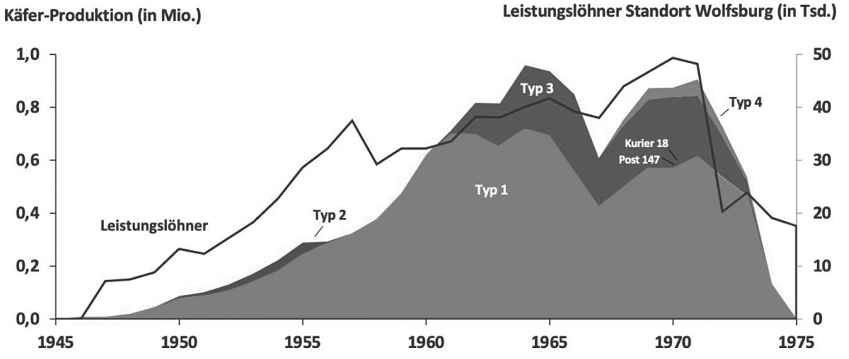
https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

den Modellwechsel, auch wenn Konzepte dafür schon in den Schubladen lagen. Die Originalpläne Porsches ließen sich aus seiner Sicht weiterentwickeln. Ziel war die technische Perfektionierung des „Käfers".

Ähnlich wie bei Ford wurden die Einsparungen aufgrund von Produktivitätssteigerungen in Form sinkender Preise an die Kunden weitergereicht. Der Standard-Käfer kostete 1950 4.880 DM; 1955 war der Preis auf 3.750 DM gesunken und lag 1962 trotz vieler produkttechnischer Verbesserungen mit 4.200 DM immer noch unter dem Ausgangspreis (Kubisch 1986: 64).

Abbildung 39 zeigt ein kontinuierliches Anwachsen der Produktion im Werk Wolfsburg bis zum Gipfelpunkt von 1 Mio. Fahrzeugen, der 1963 erreicht wurde. Im Jahr 1967 brachen die Verkaufszahlen erstmals ein. Es wurde klar, dass Volkswagen eine neue Variante auf den Markt bringen musste. Im Anschluss an die Krise 1967/68 war es vor allem diese Variante der Typ 3, die den Aufschwung trug. Nach 1971 ging der Absatz stark zurück, bis schließlich die Produktion der Käfer-Familie im Werk Wolfsburg eingestellt wurde.

Abbildung 39: Entwicklung der Käfer-Produktion und der Anzahl der Produktionsarbeiter im Werk Wolfsburg (1945 bis 1975)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Unternehmensdaten

Parallel zum Anstieg des Produktionsvolumens stieg auch die Anzahl der Produktionsarbeiter (im Hinblick auf das für sie geltende Entgeltsystem als

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

„Leistungslöhner“ bezeichnet) im Werk[110]. Der Käfer lief 1975 aus, und die Produktion fiel steil ab; entsprechend fiel auch die Zahl der Leistungslöhner in der Käferproduktion fast auf Null ab. Dieser Rückgang wurde aber – was in der Abbildung nicht zum Ausdruck kommt – abgefangen durch die zeitweise Übertragung der Produktion von Fahrzeugmodellen, die in anderen Werken hergestellt wurden, in das Werk Wolfsburg (dazu mehr in Kap. 8:.?).

Die Beschäftigungskurve nahm weitgehend den gleichen Verlauf. Auswirkungen der Auslagerung von Fertigungsbereichen in andere Werke und der Automatisierungsmaßnahmen, die im Anschluss beschrieben werden, zeigten sich in den Beschäftigungszahlen nicht; sie wurden von dem starken Umsatzwachstum mühelos kompensiert.

7.4.2 Das Werk Wolfsburg

Das Werk überstand den Krieg relativ unbeschadet und war damit nach dem Krieg rasch wieder in einem einsatzfähigen Zustand (Tolliday 1995: 286; Rieger 2013: 87). Die britische Society of Motor Manufacturers and Traders Commission (SMMT) stufte 1945 das Volkswagen-Werk in Wolfsburg als die modernste Fabrik der Welt ein. „VW thus had an exceptional position compared to its competitors because of its modern equipment, large capacity, and room for expansion.“ (Tolliday 1995: 301)

Das Werk Wolfsburg war – abgesehen von einem nahe gelegenen „Vorwerk“ in Braunschweig, das den Vorbereitungen für den Bau des Hauptwerks gedient hatte und später Komponenten herstellte – in den ersten Jahren das einzige Produktionswerk des Unternehmens und umfasste fast alle Fertigungsstufen der Automobilproduktion.

Darüber hinaus befanden sind in dem Werk die Unternehmensleitung und die Zentralfunktionen einschließlich der Forschung und Entwicklung. Dies sollte in den kommenden Jahrzehnten auch so bleiben, während die Fertigungstiefe in der Produktion durch den Umzug von Fertigungsbereichen durch den Bau neuer Werke schon bald reduziert wurde.

Bis Mitte der 1950er Jahre wurde nur wenig in neue Betriebsausrüstung investiert. Automatisierung war noch kein Thema – dies war nicht nur

110 Für den Betrachtungszeitraum existieren nur Angaben für das gesamte Werk einschließlich der Bereiche der Produktentwicklung, wo auch viele Indirekte tätig waren. Die Zahl der(direkten) Produktionsarbeiter bringt die Aktivitäten im Produktionsbereich daher besser zum Ausdruck.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

eine Frage des Kapitalmangels, man sah auch die Notwendigkeit dafür eine Weile lang noch nicht. 1954 wurde ein „Programm zur weiteren Rationalisierung und Kapazitätserweiterung" vorgestellt, in dem die Investition größerer Summen für die Automatisierung der Produktion angekündigt wurde. Nun wurde von Nordhoff bei verschiedenen Gelegenheiten die Dringlichkeit der Automatisierung hervorgehoben. So erklärte er in einem Schreiben an die Produktionsleitung zu Jahresbeginn 1955:

> „Bei Überlegungen über die weitere Entwicklung unseres Werkes kommt man an die Frage der Automatisierung, die wir im Augenblick noch nicht für akut angesehen haben, die aber eines Tages auf uns zukommen wird aus dem Zwang zur Einsparung von Arbeitskräften und auch im Zug der weiteren Rationalisierung." (VW-Unternehmensarchiv 174/2027/1)

Weder das Unternehmen noch der deutsche Werkzeugmaschinenbau verfüge, so Nordhoff, über die Kompetenz zum Bau des Maschinentyps der „Detroit Automation".

In einem weiteren Schreiben, das an eine Gruppe von VW-Managern gerichtet war, die einen Besuch einer Werkzeugmaschinenausstellung in Chicago vorbereiteten, verwies er auf Veränderungen im Umfeld des Unternehmens, denen man mit dem Einsatz neuester Technik begegnen müsse:

> „Ich möchte klarstellen, …daß die Notwendigkeit, durch moderne Maschinen und Einrichtungen und durch weitestgehende Mechanisierung und Automatisierung Kosten und Arbeitskräfte einzusparen, oberstes Gesetz der Entwicklung bleibt. Wir gehen einer Periode des härtesten Konkurrenzkampfes, insbesondere gegen Firmen mit amerikanischem Hintergrund in Deutschland und in England, entgegen. Wie haben ferner fünf bis zehn Jahre vor uns, in denen Arbeitskräfte knapp und zunehmend teurer sein werden; wir müssen auch mit der 40-Stunden-Woche rechnen, für deren Minderproduktion wir technisch den Ausgleich finden müssen." (Ebd.)

7.4.3 Gang durch die Gewerke

Der Gang durch die Gewerke gibt Einblicke in die Ablaufstrukturen und die Veränderungen des Automatisierungsgrades im Zeitraum von Ende der 1950er bis in die 1970er Jahre. Viele Gewerke wurden in dieser Zeit, wie bereits erwähnt, aus dem zunächst fast vollständig integrierten Werk

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

sukzessive in andere Werke ausgelagert. Dies betraf insbesondere die Prozesskette für die Herstellung der Motoren und Getriebe und damit die Gewerke Gießerei, Mechanische Fertigung und Aggregate-Montage, die sich bereits Ende der 1950er Jahre teilweise nicht mehr im Wolfsburger Werk befanden. Sie werden daher bei dem Gang nicht mehr dabei sein. Dieser verläuft entlang der Prozesskette Presswerk (1), Karosseriebau (2), Lackiererei (3) sowie Fahrzeugmontage (4), wobei das Interesse vor allem dem Karosseriebau gilt, der in dieser Zeit im Mittelpunkt der Automatisierungsbemühungen stand. Die Darstellung beruht auf VW-internen Unterlagen sowie auf Untersuchungen eines Projektes, das unter der Ägide des RKW im Zeitraum 1963 bis 1968 von verschiedenen Instituten durchgeführt wurde (im Folgenden auch kurz als RKW-Projekt bezeichnet; für eine Übersicht der Projektpartner und Themen vgl. Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft 1970)[111].

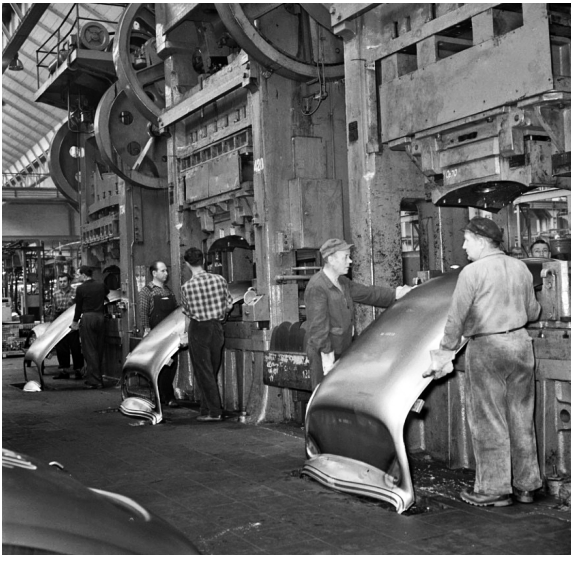
(1) Presswerk

Das Pressen der Karosserieteile erfolgte Anfang der 1950er Jahre auf einer Vielzahl von Einzelpressen. Abbildung 40 zeigt eine typische Arbeitssituation an der Großpresse für die Dachteilfertigung. Die Blechplatinen mussten einzeln von Arbeitern in die Pressen hineingelegt und im Anschluss an den Pressvorgang auch wieder herausgenommen werden (Wiersch 2013: 90–99). Im Zuge der kapazitätserweiternden Maßnahmen wurde jedes Jahr eine große Zahl neuer Pressen zugekauft.

111 Der Projekttitel lautete: „Rationeller Einsatz der menschlichen Arbeitskraft durch soziale und technische Anpassung der Arbeit an den Menschen bei technischer Umstellung". Die Untersuchungen wurden 1967 bei Ford, Daimler und VW durchgeführt. Bei VW bezogen sich die Untersuchungen auf die Umstellungen im Karosserierohbau (Käfer-Karussell) im Werk Wolfsburg.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 40: Teileentnahme aus einer Großpresse im Werk Wolfsburg (1957)

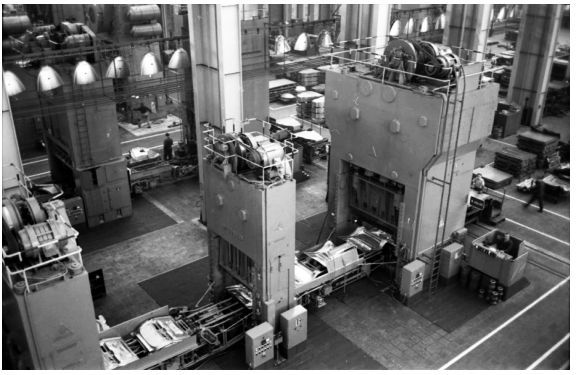


Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

Ab 1954 hielten automatisierte Prozesse Einzug im Presswerk. Anstelle von Einzelpressen wurden nun vermehrt Transferstraßen eingesetzt. 1957 wurde ein automatisches Presswerk in Betrieb genommen. Hier wurden auf Transferstraßen Großteile hergestellt. In der Regel bestanden sie aus fünf hintereinander aufgestellten Pressen, die das zu fertigende Teil nacheinander durchlief. In der ersten Station erfolgte das Tiefziehen der Blechteile, in der zweiten wurden sie beschnitten, je nach Teil wurden in den weiteren Stationen Lochungen u.a. vorgenommen. Für die Weiterverarbeitung wurden die Teile am Ende einer Pressenstraße entweder an eine Transportkette gehängt oder in Transportbehältern abgestapelt. Abbildung 41 zeigt eine dieser Transferstraßen. Nur an der Entnahmestelle am Ende der Linie befanden sich hier noch Arbeiter.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 41: Transferstraße im Presswerk im Werk Wolfsburg (1958)



Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

Die Modernisierung des Presswerks stand in engem Zusammenhang mit den Maßnahmen im Karosseriebau, der als nächstes betrachtet wird.

(2) Karosseriebau

Die Arbeit fand überwiegend mithilfe von Schweißgeräten an sogenannten Aufbauböcken statt. Die Aufbauböcke waren Hilfseinrichtungen für stationäre Montagearbeiten im Karosseriebau. Sie gewährleisteten, dass die Teile vorschriftsmäßig aneinandergefügt und anschließend miteinander verschweißt werden konnten.

Die Tätigkeit am Aufbaubock bestand ausschließlich aus manuellen Operationen (Zusammenfügen, Punktschweißen, Elektroschweißen) unter Verwendung von Werkzeugen (Schweißzangen, Hammer usw.) (Braun et al. 1968: 11).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 42: Zusammenbau des Vorderwagens am Aufbaubock im Karosseriebau Werk Wolfsburg (Ende der 1950er Jahre)

Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

Der damalige Werksleiter Helmut Amtenbrink beschrieb die Tätigkeit an den Aufbauböcken später in einem Interview in der Rückschau als eine schwere Arbeit:

> „Im Rohbau gab es laufend Trouble mit den Leuten an den Aufbauböcken. Diese hatten schwere Teile auf die Böcke zu heben und mit Punktzangen auszupunkten, pro Schicht 50 bis 80 Teile. Hier gab es auch schon mal Arbeitsniederlegungen. Der Trouble mit diesem Bereich war dann auch ein Grund für Mechanisierungsmaßnahmen gewesen, die Anfang der 60er Jahre eingeleitet wurden." (Interview mit dem Autor am 12.1.1996)

Ende der 1950er Jahre wurden die Aufbauböcke sukzessive durch Transferstraßen ersetzt. Zwar wurde auch eine Fließfertigung mit Punktschweißarbeitern am Band erwogen, man entschied sich aber doch gleich für eine Automatisierung. Mitte 1958 lief die Produktion am sog. Vorderwagen-Karussell an, und im folgenden Jahr wurde das Hinterwagen-Karussell (vgl. Abbildung 43) in Betrieb genommen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Ausschlaggebend für die Automatisierung des Rohbaus waren vor allem Qualitätsgründe. Nach wie vor ging es also um die Problematik der Austauschbarkeit der Teile. So wurde in einer internen Analyse festgestellt:

> „Um die Austauschbarkeit sowie den reibungslosen Einbau nachfolgender Zusammenbauten z.B. zu gewährleisten, muß gerade beim Zsb. Kasten-Rohbau auf äußerste Maßgenauigkeit Wert gelegt werden. Für die Kontrolle der Festigkeit wirkt die willkürliche Anordnung der Schweißpunkte durch Schweißung mit Handpunktzangen zusätzlich erschwerend. Eine echte Qualitätsverbesserung wird somit nur erreicht, wenn alle Karossen über die gleiche Anlage laufen, in der die Unterzusammenbauten durch kompakte Aufnahmen in konstanter Lage zueinander verschweißt werden können." (VW-Unternehmensarchiv 69/117)

Die „Karussells" zur automatischen Verschweißung des Vorder- und Hinterwagens waren VW-eigene Entwicklungen, im Grunde handelte es sich um Transfermaschinen. Eine spezialisierte Zulieferindustrie für solche Anlagen existierte in Deutschland zu diesem Zeitpunkt noch nicht.

Abbildung 43: Hinterwagen-Karussell im Karosseriebau Werk Wolfsburg (1962)

Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Modernisierung des Rohbaus fand Mitte der 1960er Jahre ihren Abschluss in der Automatisierung des Kastenrohbaus. Die Transferstraße für den Zusammenbau der Rohkarosserien galt, so die RKW-Studie, wegen ihres hohen Automatisierungsgrades im Fahrzeugbau als „einmalig" (Hackenberg et al. 1968: 1). Die neue Anlage bildete ein 60 Meter langes Aggregat von Beschickungs-, Bearbeitungs- und Transportmechanismen für das mechanische Zusammenfügen und Verschweißen von Karosserieteilen.

Die Durchlaufgeschwindigkeit der Fahrzeuge in den automatisierten Anlagen betrug 18 Sekunden, das war laut Abernathy (1978: 137) doppelt so schnell wie im Werk Lordstown und dreimal schneller als bei Ford. Im Anschluss an den automatisierten Kastenrohbau befand sich das sogenannte „Raketenband", an dem die Rohkarosse von Zangenpunktschweißern manuell ausgeschweißt wurde. Die Bezeichnung „Raketenband" ergab sich aus der hohen Geschwindigkeit, mit der dieses Band gefahren wurde. Wie in Lordstown wurde das Speed-up der Arbeit aufgrund von Automatisierung auch im Werk Wolfsburg heftig kritisiert. Ein Produktionsarbeiter drückte seinen Unmut über die Raketenbänder in einer Betriebsversammlung 1963 wie folgt aus:

> „Raketenband ist für den Nichteingeweihten kaum zu verstehen. … An den alten Bändern sind 130 Karossen gefahren worden, und den Raketenbändern 250, das sind rund 92 % mehr. Bei 130 Karossen 130-mal rauf- und runterklettern. Jetzt muss ich es 250-mal. Bei 130 Karossen waren die Türenecken überhabt nicht zu schweißen, jetzt muss ich sie 250-mal in gebückter Stellung schweißen. Dazu kommt noch die Geschwindigkeit, an den alten Bändern 16 Karossen pro Stunde, jetzt 32 Karossen pro Stunde, also 100 % mehr. … Es leuchtet mir ein, dass die Automatisierung und Technisierung ein Segen sein kann, wenn sie vernünftig vorgenommen wird; aber wenn sie nur auf Kosten unserer Gesundheit ausgefüllt wird, kann sie auch zum Fluch werden. … Meine Bitte an die Betriebsführung lautet: Verhindern Sie bitte, dass aus dem angesehenen VW-Arbeiter ein chinesischer Kuli wird." (Betriebsversammlungsprotokoll vom 29.08.1963, VW-Unternehmensarchiv 119/1193/2)

Die Bewegungs- und die Bearbeitungsfolge wurde durch ein übergreifendes Steuerungssystem gewährleistet. Es beruhte auf dem Prinzip der Folgesteuerung: Eine nachfolgende Maschinenfunktion konnten erst eingeleitet werden, wenn die Fertigmeldungen von den vorgelagerten Arbeitsschritten vorlagen. Der Ablauf erfolgte selbsttätig, Information über den Produktionsablauf und über Störungen wurden von Bedienungstafeln an den Schalt-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

schränken sowie durch Lichtsignale angezeigt . Sobald Abweichungen vom Normallauf auftraten, wurde die Produktion automatisch unterbrochen. Ansonsten gab es keine automatischen Kontroll- und Korrektureinrichtungen; Qualitätsmängel konnten nur durch direkte Kontrolle und anschließend durch manuelle Nacharbeit beseitigt werden (Braun et al. 1968: 8f.).

Die Umstellungen von der Arbeit an Aufbauböcken zu den Transfermaschinenanlagen führten zu erheblichen Veränderungen der Tätigkeitsstruktur. Tabelle 10 vergleicht den Zustand vor (1962) und nach (1967) der Umstellung.

Tabelle 10: Beschäftigtenstruktur in der alten und der neuen Anlage

	alte Anlage 1962	**Neue Anlage 1967**
Produktionstätigkeiten	70 %	33 %
Maschinenbedienung	9 %	20 %
Steuerungstätigkeiten und Überwachungstätigkeiten	–	8 %
Instandhaltungstätigkeiten	5 %	15 %
Aufsichtsführende Tätigkeiten	3 %	5 %
Sonstige Tätigkeiten	14 %	19 %
Insgesamt (absolut)	*406*	*183*

Quelle: Hackenberg et al. (1968: 115)

Der Anteil der bearbeitenden Tätigkeiten am Produkt ging, wie Tabelle 10 zeigt, auf ein Drittel zurück. Schon vorher war der Großteil (95 %) davon mit elektrisch oder pneumatisch angetriebenen Werkzeugen verrichtet worden, manuelle Arbeiten, die ganz ohne Werkzeuge oder mit Werkzeugen ohne Fremdenergie ausgeführt wurden, waren schon eine Rarität gewesen. Im Gegenzug zum Rückgang der Tätigkeiten am Produkt stieg der Anteil der maschinenbezogenen Tätigkeiten insgesamt (Maschinenbedienung, Steuerung und Überwachung sowie Instandhaltung): Ihr Anteil wuchs von 14 % auf 33 %. Die Tätigkeiten der Steuerung und Überwachung existierten vorher noch nicht, 1967 übten 8 % der Belegschaft in dem Bereich entsprechende Aufgaben aus. Insgesamt war die Beschäftigtenzahl durch die Maßnahme mehr als halbiert worden.

Der Vergleich der Qualifikationsstruktur der Arbeiter an der alten und der neuen Anlage (vgl. Tabelle 11) zeigt, dass letztere mit weniger qualifizierten Arbeitern betrieben wurde. Es hatte eine deutliche Abwertung der Produktionsarbeit stattgefunden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Tabelle 11: Qualifikationsstruktur der Arbeiter im Rohkarosseriebau vor und nach der Inbetriebnahme der Transferstraßentechnologie in den 1960ern

	Alte Anlage 1962	**Neue Anlage 1967**
Arbeiter mit Fachberuf	47 %	22 %
Arbeiter mit fachfremdem Beruf	13 %	18 %
Arbeiter ohne Beruf	40 %	60 %
Insgesamt	*100 %*	*100 %*

Quelle: Hackenberg et al. (1968: 97); eigene Darstellung

Während der Anteil der Arbeiter mit einem fachlich einschlägigen Beruf um mehr als die Hälfte sank, stieg der Anteil der Arbeiter mit einem fachfremden Beruf und ohne eine Berufsausbildung um ein Drittel. Am stärksten nahm der Anteil der „Ungelernten" zu. Auf die Bezeichnung „Arbeiter mit fachfremdem Beruf" wird später noch zurückgekommen (Abschnitt 7.6.1).

Mit der Umstellung veränderte sich auch die Arbeitsorganisation: Die Arbeit an den Aufbauböcken vor der Umstellung stellte eine Art der Gruppenarbeit dar: Im Aufbaubock, so schreiben die Autoren dieses Berichtsteils, waren vier Werker tätig. Dies waren ein „Hintermann", ein „linker Vordermann", ein „rechter Vordermann" und ein „E-Schweißer" (Elektroschweißer), der meist sitzend in der Mitte des Aufbaubocks arbeitete. Diese vier, so die Autoren, „leisteten eine echte Gruppenarbeit" (vgl. Hackenberg et al. 1968: 116).

Eine andere Forschungsgruppe im Rahmen des RKW-Projekts beschreibt die Arbeitssituation näher:

> „Die Belegschaft der Aufbauböcke zerfiel in relativ selbständige Arbeitsgruppen. Jede dieser Gruppen bildete ein geschlossenes Arbeitsteam, das sich durch enge kooperative Beziehungen auszeichnete." (Braun et al. 1968: 32)

Diese engen Kooperationsbeziehungen wurden durch die Umstellung weitgehend aufgelöst. Die Tätigkeiten an der Transferstraße erforderten noch sporadisch Kontakte zu anderen Arbeitskräften. Die Arbeit wurde individualisiert:

> „Mit dieser ‚Individualisierung' der Verrichtungen steigt die Verantwortlichkeit des einzelnen Arbeiters .... Der Arbeiter an der Transferstraße ist in

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> starkem Maße vom technischen Ablauf abhängig. Arbeitseinsatz und Arbeitsgeschwindigkeit sind durch das Arbeitsmittel vorgegeben – die Dispositionschancen, die in dieser Hinsicht am Aufbaubock bestanden, sind durch die Umstellung verloren gegangen." (Braun et al. 1968: 33f.)

So viel zum Automatisierungsprojekt im Karosseriebau. Der Automatisierungsgrad lag hier laut Kern/Schumann 1966 bei 60 % (1984: 66). Im weiteren Verlauf wurde er sukzessive noch weiter angehoben. Der damalige Werksleiter bezifferte den hier zuletzt beim Käfer erreichten Automatisierungsgrad mit 90 %; mit der Einführung des Golf sei er dann zunächst auf 80 % gesunken (Interview mit dem Autor 1996).

(3) Lackiererei

Die Lackiererei hat ganz eigene Verfahren und Technologien, die von denen der anderen Gewerke stark abwichen. Von einer genaueren Darstellung wird auch weiterhin abgesehen. Der Automatisierungsgrad der Lackiererei lag nach Angaben von Kern/Schumann (1984: 66) in den 1960er Jahren bei 10 %.

(4) Montage

Wie in den Werken Highland Park und River Rouge gab es im Werk Wolfsburg mit wachsendem Produktionsvolumen eine Parallelstruktur von Linien in der Fahrzeugmontage (ebenso wie in der Lackiererei). Der Ablauf war wie folgt: Nach ihrer Lackierung wurden die Karosserien an Förderketten gehängt und an die Karosserieausstattungsbänder in der Montage transportiert. Hier wurden sie mit Anbau- und Einbauteilen ausgestattet. Der damalige Werksleiter berichtete im Interview über die Arbeit an den Montagelinien:

> „Der Käfer eignete sich ideal für Karosseriemontage. Schließlich war er unten offen, so dass man in der Karosse stehen konnte und montieren. … Alles war gut zugänglich." (Interview mit dem Autor am 12.1.1996)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 44: Auf dem Weg zur „Hochzeit" (Mitte der 1960er Jahre)

Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

Das Foto (Abbildung 44) zeigt die Tätigkeit der Montage der Elektrik im vorderen Gepäckraum (der Motor befand sich ja im Heck des Käfers). Diese fand unter der Haube des Vorderwagens und war aufgrund der kniffeligen Arbeit mit den Kabeln schwierig zu bewerkstelligen, was durch die Sitzhilfe ergonomisch etwas erleichtert wurde.

Abbildung 45: Montagearbeit im Vorderwagen im Werk Wolfsburg (1962)

Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Montage des Chassis (es entsprach im Wesentlichen dem Chassis bei Ford) war zuvor parallel an einer eigenen Linie erfolgt. Das fertiggestellte Chassis wurde auf der sog. Hochzeitsstation mit der Karosserie vereint. Das Foto (Abbildung 45) zeigt die Annäherung der am Kettenförderer angehängten Karossen an das mit Motor und Getriebe usw. ausgestattete Fahrgestell. Ebenso wie bei Ford gab es eine komplexe Struktur von Fördersystemen auf unterschiedlichen Ebenen. Einbauteile wurden, wie die Zwischenlager an Teilen am Rand des Bandes zeigen, nicht mehr wie im Rouge-Werk per Kettenförderer oder Förderband transportiert, sondern von Transportwagen an die Bänder gefahren.

Wie im Karosseriebau wurde der Großteil der Montagetätigkeiten mithilfe sogenannter Handmaschinen ausgeübt. Hierbei handelte es sich vor allem um pneumatisch angetriebene Schraubwerkzeuge unterschiedlicher Art; sie konnten mit einem einfachen Fingerdruck in Gang gesetzt werden (vgl. Braun et al. 1968a: 45).

Ab Ende der 1960er wurden zunehmend Computer für die Steuerung der Produktion im Bereich der Montage eingesetzt. Angestoßen wurde dies durch die Zunahme der Anzahl an Varianten und Optionen im Produktionsprogramm. Im Jahresbericht 1970 der Abteilung Werksanlagen wird dazu ausgeführt:

> „Am Ende der 1960er wurden im Bereich der Montagen Maßnahmen zur Erhöhung der Flexibilität zunehmend zu einer Priorität. So wurde im Hinblick auf zunehmend differenzierte und anspruchsvolle Ausstattungswünsche mit dem Anlauf des Typ 4 eine IBM-Produktionssteuerung eingeführt, die später auch für die anderen Montagebänder eingerichtet wurde. (VW-Unternehmensarchiv 69 / 235).

Eine im Juli 1970 bestellte EDV-Anlage war der erste Prozessrechner im Produktionsbereich der Volkswagenwerk AG; die Systemanalyse, Einsatzplanung und Programmerstellung war allein intern durchgeführt worden (VW-Unternehmensarchiv 174/2039/24: 22).

Insgesamt, so lässt sich am Ende des Gangs durch die Gewerke feststellen, erfolgte bei VW Anfang der 1960er Jahre ein großer Automatisierungssprung. Die Grundlage waren Eigenentwicklungen auf der Grundlage der Transfermaschinentechnologie mit eigenständigen Lösungen (z.B. die Karussells). Die Erfahrung der erfolgreichen eigenen Entwicklung und die relativ problemlose Inbetriebnahme der großtechnischen Anlagen haben zu der Herausbildung eines Selbstbildes im Unternehmen als Innovationsführer auf dem Gebiet der Automatisierung beigetragen.

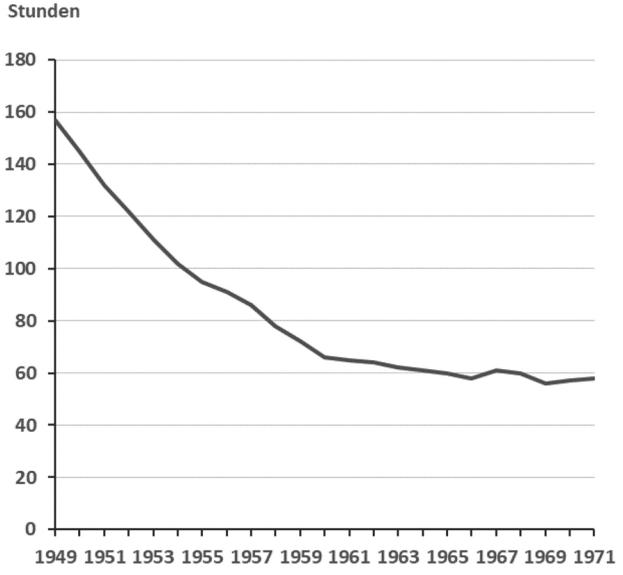
https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

7.5 Automatisierung und Produktivitätsentwicklung

Die Automatisierung fand vor dem Hintergrund zunehmend leergefegter Arbeitsmärkte statt. Für die Gewerkschaften und die Öffentlichkeit waren die Freisetzungseffekte dennoch Anlass zur Besorgnis. Auf den Automatisierungskongressen, die von der IG Metall 1962 und 1965 (Vgl. Friedrichs 1963; Friederichs 1965) durchgeführten, waren die Maßnahmen bei VW ein häufig herangezogenes Beispiel.

Im Werk Wolfsburg wurde, wie oben in diesem Kapitel beschrieben, im Zeitraum Mitte der 50er bis Mitte der 60er Jahre vor allem die Sequenz Presswerk–Karosseriebau automatisiert. Parallel dazu wurde auch in den Aggregatewerken die mechanische Fertigung modernisiert und der Automationsgrad erhöht, was hier aber nicht mehr näher dargestellt werden soll.

Abbildung 46: Entwicklung der Produktivität (Arbeitsstunden pro Fahrzeug) im Werk Wolfsburg (1949 bis 1971)



Quelle: VW-Jahresberichte der Produktion (VW-Unternehmensarchiv 610/86)

Abbildung 46 zeigt die Entwicklung der Produktivität anhand der aufgewendeten Fertigungsstunden pro Fahrzeug im Zeitraum 1948 bis 1968.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Zugrunde liegen hier die zeitwirtschaftlichen Daten des Industrial Engineering über die „verbrauchten Zeiten“[112].

Im Zeitraum 1948 bis 1968 gab es eine Reduktion der Fertigungszeit für das Exportmodell des Käfers von 196 auf 56 Stunden pro Fahrzeug, das entspricht einer Zunahme der Produktivität um 250 %.[113] Bezogen auf die Anzahl Fertigungsstunden lag der Käfer damit zuletzt auf dem gleichen Stand wie das Modell T 1926, wobei Unterschiede bei der Fertigungstiefe nicht berücksichtigt sind. Ein bemerkenswerter positiver Effekt der beschriebenen Automatisierungsmaßnahmen auf die Produktivität lässt sich anhand des Kurvenverlaufs nicht feststellen, eher war das Gegenteil der Fall. So erfolgte der starke Anstieg der Produktivität in den ersten Jahren, in denen, wie oben beschrieben wurde, keine nennenswerten Automatisierungsmaßnahmen stattfanden. In der Zeit von Ende der 50er bis Mitte der 60er Jahre, als die großen Automatisierungsprojekte durchgeführt wurden, schwächte sich das Produktivitätswachstum ab.

Aus den Jahresberichten der Produktion wird deutlich, dass den produktivitätssteigernden Maßnahmen immer stärker der Gegenwind der wachsenden Zahl von Ausstattungsoptionen und der Häufigkeit von Konstruktionsänderungen entgegenblies.

Darüber hinaus wurden viele Änderungsanträge bezogen auf Fahrzeugteile in die Fertigung eingeschleust. Effizienzmindernd wirkten sich auch das Angebot sog. M-(Mehr-)Ausstattungsmodelle aus, die ein breiteres und höherwertiges Optionsspektrum als das Basismodell enthielten. Für das Jahr 1960 wird z.B. berichtet, dass „entsprechend den Wünschen der Verkaufsleitung“ die Anzahl von M-Ausstattungen in diesem Jahr von zwölf auf 73 erhöht wurde. Für die Produktion bedeutete diese Maßnahme, dass an den Arbeitsstationen, an denen diese optionalen Teile eingebaut werden, mehr Personal vorgehalten werden musste, um den zusätzlichen Aufwand abzudecken, wenn entsprechende Fahrzeuge die Station passierten. Solange aber nur Basismodelle produziert wurden, war das Zusatzpersonal über-

112 Hierbei handelt es sich um eine Volkwagen-interne Bezeichnung für die Zeit, die für die Herstellung eines Produkts – eines Fahrzeugs oder auch einer Komponente – konstruktionsbedingt erforderlich ist. Einbezogen sind dabei auch die Zeit, die von den Beschäftigten benötigt wird, um Wege zurückzulegen, Materialien zu handhaben und technische Systeme zu bedienen, sowie die Wartezeiten.

113 Die Angaben beziehen sich auf das Exportmodell. Sie erfassen die Vorgabezeiten zur Fertigung einschl. Sondergutschriften, Nacharbeiten und Ausschuss (lt. Anm. im Jahresbericht 1955) und für Grundtypen ohne M-Ausstattungen (Anm. Bericht 1969).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

flüssig, es entstanden also Effizienzverluste. Die Problematik der „Spreizung der Fertigungszeiten", die oben schon erwähnt wurde, sollte sich in den Folgejahren noch verstärken und zu einer der wichtigsten Antriebsmotivationen für Überlegungen in Richtung alternativer Produktionskonzepte wurden.

Anfang der 1970er wurde diesen Zusammenhängen in einer internen Studie näher nachgegangen und die Ursachen der Zunahme der Fertigungszeit für ein bestimmtes Fahrzeugmodell über mehrere Jahre hinweg untersucht (Quelle: VW-Unternehmensarchiv 587/28/6). Danach nahm in den Jahren 1965 bis 1971 die Fertigungszeit für dieses Käfermodell aufgrund konstruktiver Veränderungen zu, die Produktivität sank dadurch um über 13 %. Durch Rationalisierungsmaßnahmen in diesem Zeitraum wurde die Produktivität laut der Studie um knapp 10 % erhöht, dies konnte den Rückgang also nicht kompensieren. In diesen Zahlen manifestierte sich der Trade-off zwischen de Erhöhung der Produktivität und der Produktpolitik, der im weiteren Verlauf zunehmend an Bedeutung gewann.

7.6 Belegschafts- und Tätigkeitsstrukturen

7.6.1 Gastarbeiter für die repetitiven Teilarbeiten

In der Zeit bis Mitte der 1950er Jahre waren viele der Neurekrutierten Flüchtlinge aus den ehemals deutschen Gebieten im Osten, 1955 machten diese fast die Hälfte der Arbeiter des Werks aus (VW-Unternehemensarchiv 677/1/1). Das rasch wachsende Werk an der Zonengrenze spielte eine wichtige Rolle bei der Integration der nach Westen strömenden Menschen.

Mit der Gründung der DDR brach dieser Zustrom ab und ab Mitte der 1950er Jahre wurde die Rekrutierung über den Arbeitsmarkt immer schwieriger. Nun begann man gezielt Frauen für den Einsatz in der Produktion zu rekrutieren. 1961 lag der Frauenanteil bei 12 %, bei den neu Eingestellten waren es 20% (VW-Unternehmensarchiv 69/701/1961: 1). Der Ausländeranteil lag in diesem Jahr noch unter 1 %.

In den Jahren 1961 bis 1963 führten das starke Produktionswachstum und die angespannte Arbeitsmarktsituation zu immer größeren Problemen. Angesichts der guten Wirtschaftslage hatten andere Unternehmen in Deutschland bereits damit begonnen, Arbeiter zu rekrutieren, die auf der Suche nach Arbeit nach Deutschland kamen. Die rechtliche Grundlage bildeten

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

bilaterale Verträge, die die Bundesrepublik Deutschland zuerst mit Italien (1955), dann mit Spanien und Griechenland (1960) und der Türkei (1961) abschloss. Bei VW plante man, im großen Umfang Arbeiter aus Italien zu rekrutieren, die als Gastarbeiter[114] nach Deutschland kommen sollten. Dieser Plan wurde auf höchster Ebene abgesegnet. Unter der Vermittlung des Papstes, bei dem der Vorstandsvorsitzende Nordhoff vorstellig wurde, rekrutierte man mehrere Tausend Italiener aus den strukturschwachen Regionen des Landes und brachte sie in einem neu errichteten Barackendorf unmittelbar neben dem Wolfsburger Werk unter.

Bereits 1962 stieg der Ausländeranteil auf 6 %. Die Einstellung von Gastarbeitern – trotz zahlreicher Bewerbungen von Frauen – führte, so berichtete der damalige Betriebsratsvorsitzende Bork auf einer Sitzung des Personalausschusses Ende 1961, zu zahlreiche Beschwerden. Dennoch stehe der Betriebsrat auf dem Standpunkt, dass verheiratete Frauen grundsätzlich nicht eingestellt werden sollten. Außerdem könnten die Arbeitsplätze, für die Gastarbeiter vorgesehen seien, kaum mit Frauen besetzt werden (VW-Archiv 119/22/2).

Das Arbeitskräfte-Reservoir, das durch die Anwerbung von Gastarbeitern erschlossen werden konnte, begünstigte eine Tendenz zur Herausbildung einer Arbeitsteilung, in der die Gastarbeiter die repetitiven Teilarbeiten an den Produktionslinien durchführten, während die Aufgaben der Qualitätskontrolle und Nacharbeiten von deutschen Facharbeitern ausgeübt wurden. Solche Überlegungen waren, wie oben in diesem Kapitel erwähnt, auch schon während des Krieges angestellt worden, sie wurden jetzt aber, wenn sie überhaupt ernsthaft erwogen wurden, schon bald wieder aufgegeben.

Das Zusammentreffen der Ölkrise mit der Beendigung der Käferproduktion und dem Anlaufen der neuen Fahrzeuggeneration Mitte der 1970er führte zu einem starken Personalabbau, dies allerdings ohne dass Entlassungen vorgenommen wurden. Der Abbau erfolgte durch Abfindungsangebote und Frühverrentung. Die Belegschaftszahl sank um ein Drittel des Standes am Anfang der 1970er.

Der Einbruch bei der Beschäftigung, der sich über mehrere Jahre hinzog, führte zu großer Verunsicherung über die zukünftige Entwicklung insbesondere auch im Hinblick auf den durch die Mikroelektronik zu er-

114 Als Gastarbeiter werden die ArbeitsmigrantInnen bezeichnet, die in den 1950er und 1960er Jahren gezielt nach Deutschland angeworben wurden, um den Arbeitskräftemangel in der Nachkriegszeit auszugleichen. Den Namen „Gastarbeiter" erhielten sie, weil ihr Aufenthalt eigentlich nur vorübergehend sein sollte und erwartet wurde, dass sie anschließend in ihr Heimatland zurückkehren würden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

warteten Technologiesprung. Angesichts dieser Situation beschloss man, die Gastarbeiterpolitik zu beenden. Viele Gastarbeiter hatten im Zuge des Personalabbaus das Unternehmen bereits verlassen, nicht wenige von ihnen kamen bald darauf wieder zurück, sie hatten nun aber keinen Sonderstatus mehr. Ende 1980 betrug der Ausländeranteil an den Arbeitern 18 %, Zeit- und Leiharbeiter spielten zu dieser Zeit noch keine Rolle.

Der Blick richtete sich immer stärker auf die Facharbeiter als der zentralen Ressource zur Bewältigung der steigenden Anforderungen in der Produktion.

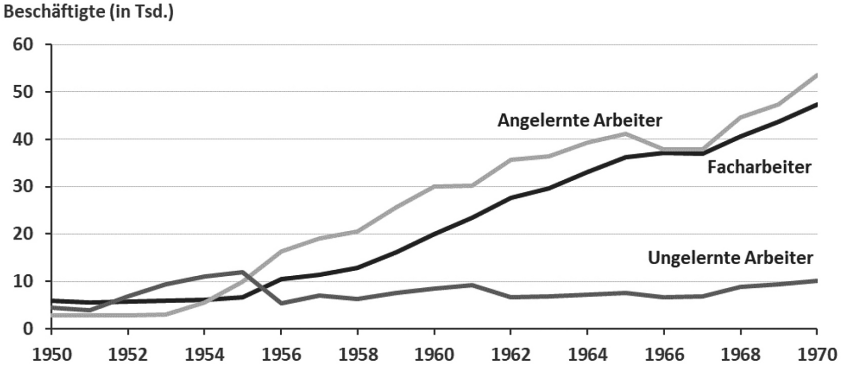
7.6.2 Facharbeiter als tragende Säule

Abbildung 47 zeigt die Entwicklung der Beschäftigtengruppen im Arbeiterbereich, die in der Personalstatistik des Unternehmens in der Anfangsphase unterschieden wurden: die Facharbeiter (die „Gelernten"), die Angelernten und die Ungelernten. In der Produktion verwandte man demgegenüber oft die die Unterscheidung in produktive und unproduktive Arbeiter (oder schlicht in Produktive und Unproduktive.[115] Ab Mitte der 1950er Jahre, so wird deutlich, nahm sowohl die Anzahl der Gelernten als auch die der Angelernten in einem nahezu parallelen Verlauf zu, im Falle der Angelernten gab es in der zweiten Hälfte der 1960er Jahre aufgrund der kurzzeitgen Krise 1967 einen zeitweiligen Rückgang. Die Anzahl der Ungelernten, die Anfang der 1950er Jahre noch die größte Gruppe bildeten, blieb über den gesamten Zeitraum hinweg auf dem gleichen niedrigen Niveau. Die Abbildung umfasst die Beschäftigten der VW AG insgesamt von denen der größte Teil im Werk Wolfsburg tätig war.

115 1959 gab es Produktionswerk Wolfsburg 17.400 Produktive und 11.500 Unproduktive, 3.400 Angestellte.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

*Abbildung 47: Entwicklung der Beschäftigtengruppen im Arbeiterbereich in der VW AG (1950 bis 1970) **



* 1956 erfolgte eine Änderung der Erfassungsmethode im Zusammenhang mit der Einführung der EDV, was zu der Verlagerung im Kurvenverlauf führte.

Quelle: VW-Unternehmensarchiv 677

Bezogen auf den Anteil an Facharbeitern bzw. Angelernten ging Volkswagen offensichtlich einen anderen Weg als Ford in dem Werk Highland Park, und man wich auch von der Vorkriegsplanung (vgl. Tab. 9) bezogen auf den Anteil der unterschiedlichen Gruppen ab. Das Ziel war nicht eine Produktion durch Nicht-Facharbeiter. Wellhöner, der den Fall Volkswagen als symptomatisch für die Herausbildung eines westdeutschen Fordismus in der Nachkriegszeit untersucht, kommt zum selben Schluss: „Die seit 1954 forcierte Automatisierung führte also nicht zu einer Dequalifizierung der Belegschaft." (Wellhöner 1996: 140)[116]

Hierbei ist es allerdings wichtig, noch einmal genauer hinzuschauen: Der zentrale Punkt im Folgenden liegt in der Unterscheidung zwischen der Qualifikationsstruktur, gemessen an dem gelernten Beruf bzw. dem fehlenden Berufsabschluss auf der einen und den Qualifikationsanforderungen der Tätigkeiten, die von den Beschäftigten auf ihrem gegenwärtigen Arbeitsplatz ausgeübt werden.

116 Zum gleichen Ergebnis kommt auch der Technikhistoriker Rieger: "The rationalization program Nordhoff launched in the middle of the decade went hand in hand with a rise in the proportion of skilled labor among the workforce from 32 to 37 percent from 1953–1962 unlike Ford, who had used mechanization to decrease the share of skilled workers from over 60 percent to below 30 percent in the 1910s." (Rieger 2013: 135f.)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Tabelle 12 enthält einen Vergleich der beiden Strukturbetrachtungen für die Jahre 1955 und 1992, also an zwei weit auseinanderliegenden Zeitpunkten.

Tabelle 12: Beschäftigtenstruktur im Arbeiterbereich nach Berufsabschluss und ausgeübter Tätigkeit in der VW AG (1955 und 1992)

Anteile der Beschäftigtengruppen	**1955**		**1992**	
nach Berufsabschluss				
Metall- und Elektroberufe	35 %	}60 %	40 %	}65 %
Kein einschlägiger Beruf	25 %		25 %	
Ohne Berufsabschluss	40 %		35 %	
nach ausgeübter Tätigkeit				
Angelernte	51 %		LE* 81 %	
Facharbeiter	33 %	}50 %	ZE** 19 %	
Ungelernte	17 %			
Anzahl insgesamt	28.606 (100 %)		91.855 (100 %)	

* Leistungslohnempfänger; ** Zeitlohnempfänger

Quelle: Unternehmensarchiv 69/701; Personalstatistik 1992

In Bezug auf die individuelle Qualifikation wird unterschieden zwischen Arbeitern mit Berufsabschlüssen in den Metall- oder Elektroberufen, die für den Automobilbau benötigt werden, Arbeitern mit einem Abschluß in nicht einschlägigen (fachfremden) Berufen (hierbei handelte es um die unterschiedlichsten Berufe, so ging die Anzahl an Maurern, Bäckern, Friseuren, Einzelhandelsverkäufern im Werk Wolfsburg jeweils in die Hunderte) und Arbeitern ohne einen Berufsabschluss. Insgesamt verfügten 1955 fast 60 % der Arbeiter über einen Berufsabschluss, 35 % hatten einen einschlägigen Beruf gelernt; 1992 waren es insgesamt 65 %, die eine Berufsausbildung absolviert hatten und 40 % hatten einen einschlägigen Beruf. Der Anteil der einschlägig qualifizierten Facharbeiter war also in dem Zeitraum noch angestiegen.

Betrachtet man die Anteile der Arbeiter nach den Anforderungen, die gemäß der Stellenausschreibung an den Arbeitsplätzen zu erfüllen waren, so zeigt sich, dass der Anteil der Stellen, die eine Facharbeiterausbildung erforderten, geringer war als der Anteil derjenigen, die über eine einschlägige Berufsqualifikation verfügten. Um das Jahr 1992 herum war die Personalstatistik auf die Unterscheidung der Arbeiterbelegschaft in Direkte

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

(Leistungslohnempfänger) und Indirekte (Zeitlohnempfänger) umgestellt worden. Die letztere Gruppe umfasste dabei sowohl die Facharbeiter als auch die Ungelernten in der früheren Statistik. Da der Anteil der beiden Gruppen zusammen 19% betrug, lag der Anteil derjenigen, die eine Arbeit ausübten, die eine Facharbeiterqualifikation erforderten, offensichtlich noch deutlich darunter; dem standen fast 40 % einschlägig qualifizierte Facharbeiter gegenüber. Es gab also einen Überschuss an Facharbeitern. Zu berücksichtigen ist, wenn man den Vergleich zu der Situation 1955 zieht, dass die Beschäftigtenzahl sich in der Zwischenzeit fast verdreifacht hatte und dabei der Montagebereich, in dem nur wenige Facharbeiter tätig waren, überproportional zugenommen hatte.

Die Bedeutung der Facharbeiter für das Produktionssystem des Unternehmens erschließt sich aber nicht nur aus dem Überschuss an einschlägig qualifizierten Facharbeitern. Auch ein Abschluss in einem fachfremden Beruf wurde vom Management wertgeschätzt, hatten diese Personen doch erfolgreich eine Lehrzeit durchlaufen und die entsprechende Sozialisierung erfahren. Diese Wertschätzung geht schon aus der Tatsache hervor, dass die Anzahl dieser Personen und ihr jeweiliger Berufshintergrund sorgfältig registriert wurde.

In jedem Falle galt (und gilt auch heute): Wer eine Facharbeiterlehre absolviert hatte, übte in vielen Fällen keine Tätigkeit als Facharbeiter aus sondern eine Tätigkeit, die keine Facharbeiterqualifikation erforderte. Zu diesen zählte ein mit der Zeit zunehmender Anteil von fachlich völlig einschlägig qualifizierten Jungarbeitern, die ihre Lehre zuvor im Unternehmen selbst absolviert hatten. Die Bereitschaft seitens der frisch Ausgebildeten, eine gemessen an ihrer Qualifikation unterwertige Tätigkeiten in der Produktion zu übernehmen, war dabei von der Erwartung getragen, sich später innerbetrieblich auf einen frei gewordenen, qualifikationsadäquaten Arbeitsplatz bewerben zu können.[117] Aufgrund der begrenzten Anzahl dieser Stellen gelang dies häufig nicht. Für sie und die anderen in der Produktion unterwertig eingesetzten Facharbeiter erschienen Automatisierungsmaßnahmen daher oft als Chance, eine höherwertige Stelle in der Produktion einnehmen zu können. Ein Anstieg im Automatisierungsniveau der Produktion war das, wofür sie ausgebildet wurden. Es existierte also

117 In späteren Jahren wurde diese Praxis zur allgemeinen Regel gemacht. Danach durchlaufen ausgebildete Jungfacharbeiter (mit Ausnahme eines geringen Anteils, denen ein besonderes Talent bescheinigt wurde) zunächst eine Mindestzeit in der Produktion, bevor sie sich auf eine Stelle in einer Fachabteilung bewerben können.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

nicht nur eine über die formellen Tätigkeitsanforderungen hinausgehende breite Qualifikationsbasis für den Umgang mit den neuen Techniken, sondern auch eine entsprechende Erwartungshaltung derjenigen, die in der Produktion unterwertig eingesetzt wurden.

Die Berufsausbildung zum Facharbeiter war nicht nur für viele Arbeiter eine prägende Erfahrung, sondern auch für die unteren Produktionsvorgesetzten und die technischen Angestellten in den Gewerken, da diese Personen zuvor zumeist ebenfalls eine solche Lehre durchlaufen hatten. Um Meister zu werden, musste man (und muss es auch heute noch) eine Facharbeiterausbildung vorweisen.

Dies alles waren wesentliche qualifikationsmäßige und sozial-kulturelle Stützen der Automatisierung, und sie prägten einen Mind-Set in der Belegschaft, der auf technologischen Wandel und die Beherrschung der Anforderungen einer automatisierten Produktion ausgerichtet ist.

7.6.3 Abwertung, Aufwertung der Produktionsarbeit oder Polarisierung?

Die oben beschriebene Qualifikationsstruktur im Angelerntenbereich trug, so lässt sich annehmen, dazu bei, dass Automatisierung hier stärker als beispielsweise in den USA als Möglichkeit gesehen wurde, in der *Produktion* die Arbeit aufzuwerten. Das Thema wurde früh zu einem Gegenstand der Arbeitsforschung und hat die Diskussion der Nachkriegszeit stark geprägt.

Der Grundton wurde bereits in einer der ersten Studien der Nachkriegszeit über die Auswirkungen von Automatisierung in der Automobilindustrie angeschlagen. Der Autor, Marius Hammer hatte eine vergleichende Untersuchung über die Folgen der Einführung von Transferstraßen in verschiedenen europäischen Werken durchgeführt[118]. Er kam zu dem Ergebnis, dass die Einführung dieser Maschinen die Chance eröffnete, die Arbeit in der Produktion neu zu gestalten:

> „Die Automatisierung hat dem Arbeiter seine Teilfunktionen eine nach der anderen abgenommen. Deutlicher tritt zutage, wie widersinnig es wäre, seine vielfältigen Möglichkeiten nur noch zu gebrauchen, um ihn die letzten übrig gebliebenen Knöpfe drücken zu lassen. Mit der Übertragung auf die Maschine verschwindet die partialisierte produktive

118 Hammers Untersuchungen wurden 1957 bei vier europäischen Automobil-Herstellern durchgeführt: (Opel in Rüsselsheim, Daimler-Benz AG in Untertürkheim, Renault in Billancourt und Austin Motor Co. in Longbridge).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> Tätigkeit, und der Arbeiter kann zum Träger von komplexen außerproduktiven Aufgaben werden." (Hammer 1959: 17)

Damit böten sich, so Hammer, eine „Fülle von Möglichkeiten der Ausweitung des Arbeitsgehaltes, des ‚Job Enlargements', wie es die angelsächsische Industriesoziologie nennt" (ebd.: 39).

Kern/Schumann fanden in ihren Untersuchungen im Rahmen des RKW-Projekts viele Belege für eine solche Entwicklung.[119] Sie sahen in dem Anlagenführer einen solchen neuen Typ von Arbeiter in der Produktion. Dessen Hauptaufgabe sei die fortlaufende Kontrolle der automatisierten Anlagen, dies sei gerade bei den technisch avancierteren Anlagen eine unumgängliche Notwendigkeit:

> „Diese Notwendigkeit entfällt auch dann nicht, wenn die Mess- und Anzeigeeinrichtungen der Anlage in Signalpults oder Anzeigetafeln zusammengefasst sind. … Die zentralisierten Armaturen liefern daher bestenfalls lückenhafte Informationen, die durch Vor-Ort-Kontrollen ergänzt werden müssen (Ergänzungskontrolle). Um Falschmeldungen aufgrund fehlerhafter Messungen oder Anzeigevorrichtungen erkennen zu können, ist es überdies erforderlich, die Adäquanz der übermittelten Werte durch den Vergleich zwischen dem signalisierten und dem realen Zustand zu überprüfen (Gegenkontrolle)." (Kern/Schumann 1970, Bd. 1: 108f.)

Der Anlagenführer operiere, so Kern/Schumann, bei der Ausführung dieser Kontrollaufgaben relativ autonom und durch hinzugekommene Kontrolltätigkeiten ergäbe sich eine spürbare Erweiterung der Gestaltungsmöglichkeiten. Den recht großen Dispositionschancen entsprächen höhere Anforderungen an Fähigkeiten und Fertigkeiten, die die Anlagenführung zu einer qualifizierten Angelerntentätigkeit machten (Kern/Schumann 1970, Bd. 1: 112).

Die Entstehung neuer Aufgabenbilder in den automatisierten Bereichen der Produktion bedeutete aus Sicht von Kern/Schumann keine Rückkehr zu handwerklicher Arbeit.

> „Obschon autonom und qualifiziert, haben (…) diese Varianten der technisierten Arbeit mit den handwerklichen Tätigkeiten wenig gemein. Die Arbeit vollzieht sich nicht mehr direkt am Produkt, sondern an einer

119 Im Zentrum ihrer Untersuchungen in der Kraftfahrzeugindustrie (drüber hinaus in der chemischen Industrie und der Textilindustrie) standen die Umstellungen von einer manuellen Fertigung auf die Transferstraßen-Technologie im Karosserierohbau bei VW (s. Abschnitt 7.4 in diesem Kapitel).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> technischen Einrichtung. Der Dispositionsspielraum erweist sich vorab als eine gewisse Unabhängigkeit von der technischen Einrichtung, als (wenigstens partielle) Herrschaft über Technik und nur mittelbar über den Arbeitsgegenstand." (Kern/Schumann 1970, Bd. 1: 135).

Allerdings entstünden durch Automatisierung nicht nur höherwertige Tätigkeiten, sondern auch solche, die wie die der Anlagenbediener, in dem Einlegen von Teilen und anderen repetitiven Tätigkeiten bestehen und die, wie sie formulieren „den Arbeiter in Unselbständigkeit drängen, an der Qualifikation hindern, hohen Arbeitsbelastungen aussetzen und in sozialer Hinsicht isolieren." (Kern/Schumann 1970, Bd. 1: 135).

> „Dass sich im Verlauf der Industrialisierung gerade diese Arbeiten ausbilden, dass durch Mechanisierungsprozesse die vorindustrielle Arbeit total negiert werden kann, hat die kritische Auseinandersetzung und die ablehnende Bewertung stimuliert, die die mechanisierte Produktion häufig erfahren hat" (Kern/Schumann 1970, Bd. 1: 135).

Die Technisierung der Produktionsarbeit führe also zu einer Polarisierung der Tätigkeitsstrukturen. Diese Polarisierung kam schon in den vom Unternehmen gewählten kontrastierenden Tätigkeitsbezeichnungen der der Anlagen*bediener* und der Anlagen*führer* deutlich zum Ausdruck.

Kern/Schumann schlugen damit einen skeptischeren Ton an als Hammer es vor ihnen getan hatte. Durch Automatisierung entstünden sowohl aufgewertete wie auch abgewertete neue Tätigkeiten, es gebe Gewinner und Verlierer. Die Situation in den Montagebereichen wurde bei diesen Überlegungen außer Acht lassen.

Aufgrund ihrer Untersuchungen in den 1980ern verliehen Kern/Schumann dieser These noch einmal eine Zuspitzung. Dazu mehr im nächsten Kapitel.

7.7 Zwischenresümee

Die sozialen und ökonomischen Voraussetzungen für eine Massenproduktion waren in Deutschland lange Zeit nicht gegeben. Produkttechnisch war man auf der Höhe, Wissen über das in den USA entstandene Produktionsmodell war vorhanden, bei der Schaffung von Institutionen zur Durchsetzung unternehmensübergreifender Normen und Standards war man sogar weiter als die USA. Aber an eine Massenfertigung war nicht zu denken.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Das Werk Wolfsburg war ein politisches Projekt der Nationalsozialisten zur Durchsetzung einer Massenproduktion in der deutschen Automobilindustrie. Das Rouge Werk war das Leitmodell.

Im Gegensatz zu dem Rouge-Werk durchlief das Wolfsburger Werk in der Nachkriegszeit eine sehr dynamische Entwicklung. Nun kamen seine fordistischen Elemente zum Tragen: es gab ein standardisiertes Produkt und eine entsprechend spezialisierte Maschinerie und über den Export ein nahezu unbegrenztes Nachfragepotenzial. Im Gegensatz zum Rouge-Werk sah man das Werk aber primär als Montagewerk und begann schon bald, den hohen Integrationsgrad aufzulösen und die Aggregatefertigung in neue Werke zu verlagern. Das Arrangement der Zweigwerke übernahm man nicht.

Dementsprechend stand bei der Mitte der 1950er einsetzenden Automatisierung vor allem die Prozesskette des Fahrzeugaufbaus im Vordergrund. In diesem Bereich spielte VW eine führende Rolle bei der Weiterentwicklung der Detroit Automation. Die Käferproduktion im Werk Wolfsburg gehörte in den 1960er und 70er Jahren zu den höchstautomatisierten Produktionswerken in der Automobilindustrie weltweit. Die Automatisierung erfolgte ohne größere soziale Konflikte und ohne große Probleme mit der Technik. Das Mitbestimmungssystem spielte eine wichtige Rolle dabei, dass es so reibungslos verlief. Die Erfahrung, den Automatisierungssprung erfolgreich gemeistert zu haben, stärken das Selbstbild eines Unternehmens Automatisierung „zu können". Ein Pfad war gebildet.

Zwischen 1950 und 1970 fand in der Käferproduktion eine Verdreifachung der Produktivität statt – vergleichbar mit der bei Ford beim Modell T. Aber auch bei der Käferproduktion war die Tendenz zur Abflachung der Produktivitätskurve festzustellen, Hauptursache dafür war die steigende Anzahl an Varianten und Optionen.

Die größte Differenz zum Leitmodell Ford bestand in der Rolle der Facharbeiter und der Bedeutung der Berufsbildung als gemeinsamem Qualifikationshintergrund eines großen Teils der Produktionsbelegschaft in allen Beschäftigtengruppen. Zwischen dem Angelenten- und dem Facharbeiterbereich bestanden keine so großen Unterschiede im Qualifikationsniveau, und es gab keine so starke und scharfen Segmentationslinien, wie es in den Betrieben in den USA der Fall war. Der hohe Anteil von Arbeitern mit einer Facharbeiterausbildung in der Produktion führte dazu, dass der Frage der Aufwertung der Produktionsarbeit durch Automatisierung in der deutschen

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Diskussion eine hohe Bedeutung beigemessen wurde und die Erwartungen in den Betrieben entsprechend hoch waren.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

8. Automatisierung der Montagearbeit – die Halle 54 bei VW (1970 bis 1990)

8.1 Einleitung

In den 1970er Jahren waren die neuen Techniken der Nachkriegszeit, die in Kapitel 5 beschrieben wurden, bereit für den Einsatz in den Betrieben. Im Zentrum der Diskussion über Automatisierung stand nun die Montagearbeit. Um sie hatten die Unternehmen bisher angesichts der Vorteile, die die Fließbandarbeit bot, einen Bogen gemacht. Inzwischen hatte sich der Arbeitsmarkt verändert, die nachfolgende Generation von Arbeitern verfügte über eine bessere Ausbildung und hatte höhere Ansprüche – Fließbandarbeit wurde zum Inbegriff für sinnentleerte und fremdbestimmte Industriearbeit. Durch Automatisierung boten sich die Chance, dieses Problem durch den Einsatz neuer Techniken zumindest teilweise zu lösen.

Mit der Diskussion über die Humanisierung der Arbeit beginnt das Kapitel (Abschnitt 8.2). Die Verschlechterung der Arbeitsbeziehungen und die sich verbreitende Unzufriedenheit unter den Beschäftigten waren Warnzeichen für die Industrie, dass man auf dem bisherigen Weg nicht weitergehen konnte. Maßnahmen zur Humanisierung der Arbeit wurden gefordert und trafen in den Unternehmen durchaus auf offene Ohren.

Im Anschluss geht es zunächst wieder um die Produktpolitik (Abschnitt 8.3). Produktveränderungen wurden nun mehr und mehr zum Anstoß für Veränderungen in der Produktion. Die Anzahl der Fahrzeugmodelle, Varianten, Ausstattungsoptionen nahm scheinbar unaufhaltsam zu. Staatliche Regulierungen, bezogen auf Sicherheit und Emissionen, führten zu zusätzlichen Anforderungen an die Produktion.

Abschnitt 8.4 beginnt mit dem Aufkommen der Mikroelektronik und der dadurch ausgelösten erneuten Automatisierungsdebatte, die von höchst alarmierenden Prognosen angefeuert wurde. Bei VW erfolgte der Einstieg in die Eigenproduktion von Industrierobotern und damit in einen eigenen Kompetenzaufbau in dem Bereich der Automatisierungstechnik.

In den 1980er Jahren kam es zu dem erwarteten Automatisierungssprung in den Montagebereichen. Die Darstellung im Abschnitt 8.5 fokussiert hier auf die Entwicklungen in der Fahrzeugmontage, im Mittelpunkt steht die legendäre Halle 54. Im ersten Schritt werden die Ausgangssituation und

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Ziele bei der Planung der neuen Montageabläufe dargestellt. Im Anschluss werden die Besonderheiten des neuen Montagekonzeptes und die Ablaufstruktur in der Halle 54 beschrieben. Hier wird erstmals in diesem Buch genauer auf den Bereich der Fahrzeugmontage geschaut, um den durch die Umstrukturierung recht kompliziert gewordenen Verlauf nachzuvollziehen, der auch eine Ursache der Probleme war, die in der Folge auftraten. Im Anschluss wird auf die Probleme näher eingegangen. Lag es an den Robotern, wie in der heutigen Diskussion oft vermutet wird? War ein Mangel an fachlicher Qualifizierung? Die Diskussion dieser Frage schließt den Abschnitt ab.

Abschnitt 8.6 untersucht die Zusammenhänge zwischen der Veränderung des Automatisierungsgrades und der Veränderung der Belegschafts- und Tätigkeitsstrukturen. Zunächst wird der Stand der Automatisierung in den Gewerken, wie er sich aufgrund der in dem Kapitel beschriebenen Maßnahmen ergeben hatte, dargestellt. Im Anschluss werden die Veränderungen der Belegschaftsstruktur und der Tätigkeitsstruktur im Betrachtungszeitraum näher untersucht. Abschließend wird ein Blick auf das System der Entgeltdifferenzierung geworfen, das eine wichtige Rolle dabei spielte, wie sich veränderte Tätigkeitsanforderungen, u.a. durch Automatisierung, auf die von den einzelnen Arbeitern ausgeübten Tätigkeiten auswirkten.

8.2 Humanisierung der Arbeit

In den 1970er Jahren wuchs in den USA und in Europa die Unzufriedenheit mit den Arbeitsbedingungen in den Industriebetrieben, im Mittelpunkt der Kritik stand dabei oft die Automobilproduktion. Zunächst kam diese Unzufriedenheit eher in passiven Widerstandsformen wie erhöhtem Absentismus, Fluktuation und Rekrutierungsproblemen zum Ausdruck, schlug dann aber immer häufiger um in aktiven Widerstand, Proteste, Streiks bis hin zu Sabotage um (vgl. für die USA: Widick 1976, für westeuropäische Länder: Albers et al. 1971). Die Fließbandarbeit und überhaupt die Arbeitsbedingungen der Angelernten als der zentralen Beschäftigungsgruppe der Massenproduktion waren in der Nachkriegszeit zwar das Thema einer rasch zunehmenden Anzahl an Studien gewesen (z.B. Walker/Guest 1952; Friedmann 1955; Blauner 1966), in den Unternehmen hatte sich demgegenüber zunächst noch wenig getan.

Die Schweden brachen das Eis. Job Enrichment und Job Enlargement wurden dort zu Leitzielen bei der Einführung von neuen Formen der Ar-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

beit, an der Spitze stand hierbei Volvo mit seinem neu errichteten Werk in Kalmar und später insbesondere dem Werk Uddevalla (Berggren 1991). In Deutschland wurde 1972 erstmalig ein Streik zur Durchsetzung tariflicher Forderungen zur Gestaltung der Fließbandarbeit organisiert. Im Ergebnis wurden eine Mindesttaktzeit von 1,5 Minuten sowie Kurzzeitpausen für Fließbandarbeiter vereinbart (vgl. Steinkühler 1977). Die Mitbestimmungsgesetzgebung von 1972 und 1976 verstärkte die Position der Betriebsräte. Zugleich förderte das Regierungsprogramm zur „Humanisierung der Arbeit" (HdA) Projekte mit alternativen Gestaltungsansätzen (Matthöfer 1980). Alles deutete darauf hin, dass der Fließbandarbeit, die inzwischen seit über 50 Jahren praktiziert wurde, keine lange Zukunft mehr beschieden sein würde. Im *Spiegel* wurde bereits der Abschied vom Fließband verkündet. (Der Spiegel 1972: 55)

Auch bei VW hatte die Unzufriedenheit zugenommen. Befragungen im regionalen Umfeld von Volkswagen Ende der 1970er Jahre zur Attraktivität der Arbeitsbedingungen im Unternehmen ergaben ein krass negatives Bild: Als Defizite wurden Unterforderung, Monotonie, hohe Taktbindung, geringe Aufstiegschancen und starke körperliche und psychische Belastungen genannt (VW-Unternehmensarchiv 587/11/97).

Besonders schlecht wurde die Fließbandarbeit bewertet. Vier Fünftel der Jugendlichen, die an einer Befragung teilnahmen, waren nicht bereit, zukünftig am Band zu arbeiten; und von denen die bereits am Fließband arbeiteten, hatte ein Drittel der Arbeitskräfte Kündigungsabsichten. Bandarbeit wurde als Auffangbecken gering qualifizierter Arbeitnehmer gesehen. Zu erwarten sei, so die Schlussfolgerung des Berichts, dass angesichts einer sinkenden Arbeitsmoral die Gefahr von Arbeits- und Leistungsverweigerung in den Betrieben zunehmen würde (VW-Unternehmensarchiv 587/11/97).

Die Schlussfolgerungen des Berichts:

- Ein Einsatz und eine Verbesserung vorhandener Kenntnisse und Fähigkeiten ist an der überwiegenden Zahl der Arbeitsplätze nicht möglich.
- An zahlreichen Plätzen sind die Werker hinsichtlich ihrer Qualifikation unterfordert.
- Es besteht eine deutliche Diskrepanz zwischen der gewünschten Tätigkeit (Anspruch) und den Anforderungen an den Montagearbeitsplätzen.

Mit Blick auf die Produktion des nächsten Golfmodells (Golf 2), dessen Anlauf für Anfang der 1980er Jahre geplant war, befasste man sich daher intensiv mit alternativen Gestaltungskonzepten in der Montage. Es begann

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

eine Phase erhöhter arbeitspolitischer Reformbereitschaft. Als Horst Kern und Michael Schumann Anfang der 1980er Jahre erste Betriebsbesuche im Rahmen eines neuen Projekts unternahmen, waren sie, wie sie in ihrem Buch mit der Titelfrage „Das Ende der Arbeitsteilung?" berichten, überrascht vom Wandel, der seit ihrer RKW-Studie Ende der 1960er Jahre stattgefunden hatte:

> „Gerade in einem historischen Moment der Explosion technischer Möglichkeiten zur Ersetzung menschlicher Funktionen, die gigantische Freisetzungen zur Folge hat, mag dies paradox erscheinen, aber in eben diesem Moment steigt auch das Bewusstsein für die quantitative Bedeutung menschlicher Arbeitsleistung und die Wertschätzung der besonderen Qualitäten lebendiger Arbeit." (Kern/Schumann 1984: 19)

Die Stimmen seien deutlich lauer geworden, „die an die Stelle der Arbeitsteilung und Spezialisierung die Prinzipien der Integration und Ganzheitlichkeit setzen wollen." (Ebd.: 48) Ermöglicht wurde dies, so die Autoren durch die Einführung flexibler Technologien:

> „Integrierter Arbeitseinsatz und flexible Automatisierung drängen sich als fugenlos zusammenpassende Bausteine eines neuen Rationalisierungsansatzes dem Fahrzeugbau geradezu auf." (Ebd.: 51).

Mit Blick auf die Veränderungen der Tätigkeiten der Produktionsarbeiter, der Instandhaltungsfacharbeiter und der Qualitätsinspektoren formulierten sie vor diesem Hintergrund ihre berühmt gewordene zentrale These:

> „Unter dem Einfluss der modernen Technologien und begünstigt durch veränderte Rahmenbedingungen vollzieht sich gegenwärtig im Fahrzeugbau ein Umbruch in der Verwertung von Arbeitskraft; dieser ist am Prinzip der ganzheitlichen Nutzung des Arbeitsvermögens der Arbeiter ausgerichtet und könnte zu einer grundlegenderen Neubestimmung der Arbeitsaufgaben der drei Gruppen führen. Die tentative Veränderung der Automobilarbeit können als ‚Reprofessionalisierung der Produktionsarbeit' und ‚Spezialisierung der indirekten Arbeit auf einem höheren Sockel' interpretiert werden." (Kern/Schumann 1984: 74)

Dabei ging es ihnen vor allem um die Tätigkeiten im Bereich der maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeiten. Hier sahen sie realistische Perspektiven für eine Aufwertung der Produktionsarbeiten durch die Zu-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

nahme höherwertiger Ausgaben. Die prototypische neue Arbeitertyp dafür war der Anlagenführer.[120]

Reprofessionalisierung der Produktionsarbeit bedeute, so die beiden Autoren, die „Überwindung der alten Personaleinsatzkonzepte mit ihrer Orientierung an den tayloristischen Kriterien der Fragmentierung, Disziplinierung, Entmündigung" (vgl. ebd.: 81und 86f.), sie gingen sogar noch einen Schritt weiter:

> „Das Ende der Arbeitsteilung – darauf könnte unter dem Einfluss der neuen Produktionskonzepte die Entwicklung in einem wichtigen Teil der industriellen Produktion hinauslaufen." (Ebd.: 318)

Die Quelle des Optimismus, der in diesen Aussagen aufscheint, waren die Veränderungen, die sich aus dem Einsatz neuer Technologien ergaben. Von Piore/ Sabel wurde in ihrem 1984 erschienen Buch "The Second Industrial Divide" dieser Zusammenhang noch deutlicher herausgestellt. Ganz anders als Braverman sahen sie den Computer als ein Instrument, um in der Massenproduktion die Flexibilität handwerklicher Arbeit, die im 19. Jahrhundert bestanden hätte, wiederzuerlangen und die Arbeiter von der Tyrannei spezialisierter Maschinerie zu befreien. Der Computer gebe dem Werker die Kontrolle über den Produktionsprozess zurück.

> "It is therefore tempting to sum the observations of engineers and ethnographers to the conclusion that technology has ended the dominion of specialized machines over un- and semiskilled workers, and redirected progress down the path of craft production." (Piore/Sable 1984: 261)

Bei VW sah man die Veränderungen deutlich bodenständiger, aber auch hier sah man die Notwendigkeit für die Rückkehr zu stärker integrierten Tätigkeitsbildern. Auslöser war die Problematik hoher Stillstandszeiten der Anlagen in den automatisierten Bereichen. Die Ursachen dafür waren Störungen unterschiedlichster Art. Die Überlegungen zielten dahin, die Qualifikation der in der Fertigung eingesetzten Arbeiter zu nutzen, um Ausfallzeiten der Maschinerie zu minimieren und so die Maschinenlaufzeiten zu erhöhen. Auf diese Weise könne man das brachliegende Fachwissen dieser Leute nutzen und damit die Arbeit für sie attraktiver und interessanter machen. Durch Übertragung vieler Aufgaben, die bisher von den Arbeitern der indirekten Bereiche etwa bei der Qualitätskontrolle und Instandhaltung

120 In späteren Veröffentlichungen wurde dieser Arbeitstyp als "Systemregulierer" bezeichnet

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

geleistet wurden, wolle man im direkten Bereich eine Aufgabenerweiterung und -anreicherung ermöglichen.

Die Problematik hoher Stillstandzeiten von Maschinen und Anlagen fiel bei den Kalkulationen der Wirtschaftlichkeit von Automatisierungsprojekten immer stärker ins Gewicht. Aufgrund der tariflichen Regelungen zur Einführung von Pausen- und Erholzeiten würden, so wurde in den Beratungen festgestellt, täglich über zwei Stunden Fertigungszeit ausfallen – es sei denn, man entwickele flexiblere Personaleinsatzkonzepte und technische Lösungen für einen „personallosen Pausendurchlauf". Im Hinblick auf die Forderung der Gewerkschaft nach einer 35-Stunden-Woche war abzusehen, dass Fragen der Anlagenlaufzeit in Zukunft noch eine größere Rolle spielen würden.

8.3 Beginn einer neuen Ära der Modellpolitik und der industriellen Beziehungen

Die Monokultur der Käferproduktion wurde im Management bereits seit Beginn der 1960er Jahre kritisch diskutiert. 1968 wurde für die zukünftige Modellpolitik ein „Baukastensystem" mit vier Grundtypen beschlossen. Alle Fahrzeugtypen sollten mit drei Motorgrößen angeboten werden (Meyer 2010: 16). In der ersten Hälfte der 1970er Jahre waren die Umstellung auf dieses Fahrzeugprogramm und das Auslaufen des Käfers *das* zentrale Projekt im Unternehmen.[121]

Der Golf, von dem man sich erhoffte, dass er in Bezug als Volumenträger in der Produktion die Nachfolge des Käfers antreten würde, kam 1974 auf den Markt. Spätestens mit dem Hochschießen der Nachfrage Ende der 1970er wurde deutlich, dass es dem Unternehmen gelungen war, ein erfolgreiches Nachfolgeprodukt hervorzubringen. Der Golf (interner Codename: A) bildete schon bald eine eigene Fahrzeugklasse und setzte hier die Standards. Dies bescherte dem Werk Wolfsburg weiterhin die Vorteile der Großserienproduktion. Die Produktlinie der Golf/Jetta[122] machte in Spitzenjahren mehr als drei Viertel des Outputs aus und ihr Anteil nahm im Verlauf der betrachteten Periode sogar noch zu. Auf diese Weise wurde eine ähnlich hohe Kontinuität bei dem zentralen Produkt erreicht, wie dies

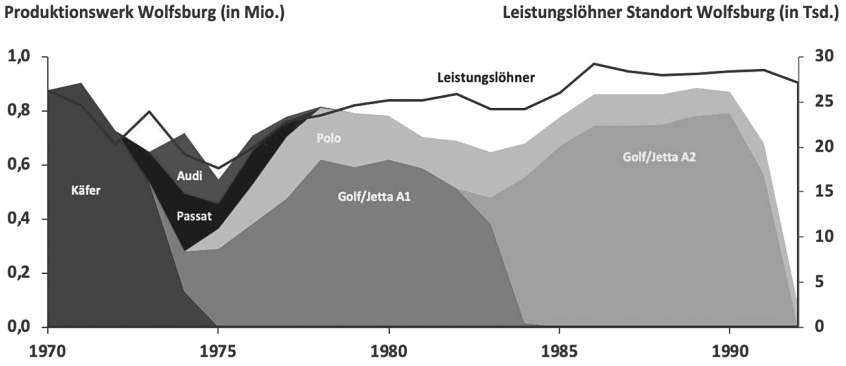
121 Nachdem 1968 der neue Baukasten beschlossen worden war, wurde in der Folge die technische Entwicklungsabteilung auf etwa 5.000 Mitarbeiter ausgebaut (vgl. Meyer 2010: 34).

122 Vgl. Kuch (2007) zur Chronik der Golfvarianten 1974 bis 1983.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

beim Käfer der Fall gewesen war. Abbildung 48 zeigt die Entwicklung des Produktionsvolumens im Werk Wolfsburg in der Periode 1970 bis 1992. Sie umfasst die Endphase der Käfer-Ära im Werk und die Produktionsperiode des Golf 1 und des Golf 2, der 1983 anlief.

Abbildung 48: Modellspektrum, Produktionsvolumen und Anzahl Leistungslöhner des Werks Wolfsburg (1970 bis 1992)



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Unternehmensdaten

Abbildung 48 zeigt die Anstrengungen, die nötig waren, um in der Übergangsphase das Beschäftigungsniveau halbwegs zu stabilisieren Dies gelang nur durch das zeitweise „Ausleihen" der Produktion von Fahrzeugmodellen, die in anderen Werken produziert wurden.

Das Abrücken von der Monoprodukt-Kultur war mit der Begrenzung der Laufzeiten der Modelle verbunden; beim Golf betrug diese zunächst acht Jahre, später wurde sie auf bis zu vier Jahre verkürzt. Die Modellwechselzyklus mit seinem mehrjährigen, vorgeplanten Rhythmus wurde nun zum Taktgeber für Produktentwicklung und Produktionsplanung und auch für größere Automatisierungsmaßnahmen. Je kürzer der Produktzyklus war, desto häufiger bestand die Gelegenheit, neue Techniken anzuwenden und Abläufe umzustrukturieren – umso kürzer war damit aber auch die Amortisierungszeit und dementsprechend geringer aber die Bereitschaft, größere Investitionen zu tätigen. Die Begleitumstände des Modellwechsels waren dramatisch. 1971 war noch das Jahr mit dem höchsten Produktionsstoß, mehr als 1,7 Millionen Fahrzeuge, 130 Tausend Beschäftigte waren am Werk beschäftigt. 1972 war das Jahr, in dem der Käfer den Produktionsrekord des Modell T mit insgesamt über 15 Millionen Fahrzeugen brach, während

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

die Nachfrage allerdings schon zurückging. Ende 1973 brach die Nachfrage aufgrund der Ölkrise ein. 1974 lief die Produktion des Golf an, aber erst 1975 wurde die Talsohle mit 1,1 Millionen Fahrzeugen und 93 Tausend Beschäftigten erreicht.

Der Personallabbau erfolgte nicht durch Entlassungen, sondern, wie bereits erwähnt, „sozialverträglich" durch Aufhebungsverträge, vorzeitige Pensionierungen und andere Maßnahmen.

Aber auch für die verbleibenden Beschäftigten erschienen die Zukunftsaussichten ungewiss. In den anschließenden Jahren wuchsen Produktion und Beschäftigung Schritt für Schritt wieder an, aber bezogen auf die Zukunft bestand große Unsicherheit.[123] Die Gründe waren zum einen die mit der Club of Rome Studie (Meadows et. al. 1972) aufgeworfenen Fragen über die Zukunft des Automobils überhaupt, zum anderen die drohende Automatisierungswelle, die man aufgrund der Fortschritte in der Mikroelektronik auf sich zurollen sah. Nach zunächst heftigen Konflikten zwischen Management und Betriebsrat begannen beide Seiten daher gemeinsam nach zukunftsbezogenen Lösungen zu suchen.

Der Hintergrund waren Fortschritte bei der Halbleiterherstellung. Mittlerweile war die Technologie der Mikroelektronik zur Marktreife gelangt. Von ihr wurden weitreichende Umwälzungen im Bereich Gesellschaft und Wirtschaft erwartet. „Die dritte industrielle Revolution" lautete der Titel des Buchs von Balkhausen (1978), in dem die neue Technologie beschrieben wurde. Die Prognosen hinsichtlich der Auswirkungen auf Arbeit und Beschäftigung waren alarmierend. Eine neu geschaffene Generaldirektion für Mikroelektronik und Beschäftigung der Europäischen Kommission legte eine Studie vor, nach der durch die Mikroelektronik in Frankreich 6 Millionen Beschäftigte zur Arbeitslosigkeit verurteilt sein würden, im Vereinigten Königreich seien bis 1990 20 % Arbeitslose zu erwarten. Für Deutschland, so heißt es in der Studie, ginge die Bundesregierung davon aus, dass auf lange Sicht 50 % aller Arbeitsplätze betroffen sein würden (Europäische Gemeinschaft 1980: 16).

Im Rahmen eines Gutachtens, das 1978 im Auftrag der Bundesregierung erstellt wurde (IFO et al. 1980), erwarteten die befragten Industriebetriebe, dass 25 % der Bearbeitungstätigkeiten im Bereich der Fertigung bis 1985 automatisiert sein würden. (ebd.: 43). Als „Freisetzungsberufe" identifizier-

123 Über diese für VW traumatische Phase, die aber zugleich wesentlich zur Herausbildung der besonderen Sozialpartnerschaft beigetragen hat, vgl. Jürgens (1998); Haipeter (2000).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

te das Gutachten insbesondere Maschinenbediener und Montagearbeiter (ausgerechnet die Tätigkeiten, die in der Nachfolgezeit am meisten zugenommen haben), während als „Bedarfsberufe" Datenverarbeitungsfachleute, Ingenieure, Techniker und Elektroniker genannt wurden (IFO et al. 1980: 15).

Die Montagearbeiter schienen am klarsten als die Opfer festzustehen. In einem Buch von Adam Osborne mit dem reißerischen Titel „Treibjagd – im Strudel der Mikroelektronik" wurde prognostiziert, dass in den folgenden 20 Jahren 90 % der Fließbandbeschäftigten ihre Arbeit verlieren würden (Osborne 1980: 67).[124] Eine Prognose der IG Metall sagte bis 1990 die Freisetzung von 200.000 bis 300.000 Metallarbeitern durch den Einsatz von Industrierobotern voraus (Poppe 1984: 61).

Vor dem Hintergrund dieser Prognosen und im Hinblick auf Pläne des Unternehmens für eine dezidierte Steigerung des Automatisierungsgrades in der Fertigung wurden bei VW weitreichende Vereinbarungen zwischen Management und Gewerkschaft/Betriebsräten geschlossen. Die Kernelemente der Regelungen waren:

- die Erweiterung der Mitbestimmung durch Abschluss von Vereinbarungen über Rationalisierungsschutz und die Bildung paritätisch zusammengesetzter Ausschüsse von Vertretern des Managements und der Betriebsräte bei Beratungen und Entscheidungen („auf Augenhöhe"),
- die gleichrangige Berücksichtigung der Beschäftigungssicherheit und des Gewinnziels bei Entscheidungen über die Einführung neuer Techniken,
- die Beendigung der Rekrutierung von Gastarbeitern,
- die Zielsetzung, Arbeitsbedingungen in der Produktion zu schaffen, die auch für deutsche (Fach-)Arbeiter attraktiv waren.

Der neue Grundlagen-Kompromiss besaß eine ähnliche Bedeutung für die weitere Entwicklung bei VW wie die Basisabkommen, die bei Ford durch den „Treaty of Detroit" Anfang der 1950er Jahre und bei Toyota durch die gemeinsame Deklaration von Gewerkschaft und Management Anfang der 1960er Jahre geschlossen worden waren. In allen drei Fällen waren größere Automatisierungsvorhaben das Vehikel zur Durchsetzung von gewerkschaftlichen Forderungen und zur Herausbildung bzw. Stärkung kooperativer Arbeitsbeziehungen.

124 Die Methode wie auch die Ergebnisse erscheinen fast deckungsgleich mit der drei Jahrzehnte später in der Studie von Frey und Osborne über die Folgen der Computerisierung (Frey/Osborne 2013).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Bei VW entstand im weiteren Verlauf ein System von Aushandlungen und Beratungen zwischen Management und Betriebsrat, das den Interessenvertretern der Beschäftigten Einflussmöglichkeiten auf Entscheidungen bot, die noch über die gesetzlich geschaffenen Möglichkeiten – die mit der Novellierung des Betriebsverfassungsgesetzes 1972 und dem Gesetz über Unternehmensmitbestimmung 1976 noch erweitert worden waren – hinausgingen. Auf diese Weise wurde bereits im Vorfeld von Entscheidungen über den Einsatz neuer Techniken ein Interessenausgleich erzielt, durch den Konfliktpotenziale von Automatisierungsprojekten frühzeitig berücksichtigt werden konnten (vgl. Haipeter 2000: 161ff.; Jürgens 1998: 288f.).

8.4 Industrieroboter aus eigener Produktion

Die Befürchtungen der Beschäftigten und des Betriebsrats kamen nicht von ungefähr, denn schließlich hatte das Unternehmen am Beginn des Jahrzehnts damit begonnen, selbst Industrieroboter herzustellen. Industrieroboter (IR) wurden als eine zentrale Zukunftstechnik eingeschätzt. Mitentscheidend mag vor allem gewesen sein, schreiben Mickler et al. (1981: 82), die einige Jahre später den Einsatz von Industrierobotern bei VW untersuchten, dass man aufgrund der Erfahrungen mit den Automatisierungsmaßnahmen in den 1960ern davon ausging, über ein ausreichendes technisches Know-how für eine eigenständige Technologieentwicklung zu verfügen. 1973 wurden die ersten eigenen Roboter hergestellt, bei dem Einsatz in den Werken ging es danach aber nur langsam voran. 1976 befanden sich im Werk Wolfsburg erst 18 Industrieroboter im Einsatz, 1980/81 waren es 191 (Mickler et al. 1981: 104).

Bei Fiat, dem damaligen Hauptkonkurrenten von VW in Europa, war man zu diesem Zeitpunkt schon weiter. Bereits 1972 wurden hier im Karosseriebau Roboterschweißsysteme eingesetzt. 1978 wurde der Rohbau für das Konkurrenzmodell des Golf, dem Ritmo (in einigen Ländern auch Strada genannt), vollständig durch Einsatz von Industrierobotern automatisiert. Für den Transport von Karosserieteilen wurden FTS eingesetzt. „Handbuilt by Robots“ lautete ein damals erstellter Werbeslogan für den Ritmo.[125]

125 Youtube zeigt einen damals erstellten Werbefilm, in dem der Fertigungsablauf des Ritmo/Strada zu den Klängen von Rossinis „Barbier von Sevilla“ zusammengebaut wird. (https://www.youtube.com/watch?v=efvEdWAQ27Y; letzter Zugriff 30.1. 2023)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Auch Ende der 1970er war man bei VW im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten der Roboter noch skeptisch. In einer internen Studie, die Ende der 1970er Jahre erstellt wurde, wurde im Hinblick auf den Entwicklungsstand zwischen drei Generationen von Industrierobotern unterschieden (VW-Unternehmensarchiv 587/13/20).[126] Die erste Generation von Robotern, so heißt es dort, war noch nicht imstande, sich wechselnden Situationen anzupassen – so sei es beispielsweise noch nicht möglich gewesen, unterschiedliche Teile in beliebiger Reihenfolge durch eine mit Industrierobotern bestückte Schweißstraße zu führen. Diese Aufgabe würde durch die Industrieroboter der zweiten Generation gelöst. Aber die gestiegene Flexibilität dieser Roboter werde bisher noch kaum genutzt. Sie würden vorwiegend in der Großserien- und Massenproduktion eingesetzt, wo meist ein Einzweckgerät ausreichen würde und günstiger sei. Um Industrieroboter für die Produktion kleiner und mittlerer Stückzahlen zu nutzen, komme es darauf an, geeignete Zubringereinrichtungen zu entwickeln, um Objekte zu sortieren, zu vereinzeln, zu positionieren und auszurichten, bevor sie dem Roboter zur Handhabung angeboten werden. Die Lösung dieses Problems ergebe sich erst mit den Industrierobotern der dritten Generation, die unterschiedliche Handlungsabläufe ermöglichten. Voraussetzung dafür sei ihre Ausrüstung mit visuellen und taktilen Sensoren, die eine Lage-, Form- und Farbenidentifizierung von Werkstücken sowie eine Verarbeitung dieser Informationen zu variablen Handlungsabläufen ermöglichten.

Die wichtigste Herausforderung liege aber, so die Autoren der Studie, in der Gestaltung der Fertigungssysteme und ihrer Steuerung sowie in der Qualifizierung. Die VW-eigene Steuerungstechnik könne bereits aufgrund ihrer Flexibilität Programme beliebig wechseln und besitze eine hohe Speicherkapazität. „Teach-in" als Programmiermethode werde von VW seit Beginn der eigenen Industrieroboter-Entwicklung angewendet.

Für die Zukunft sah man allerdings ein deutliches Konfliktpotenzial im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeitsbedingungen. Der Einsatz von

126 Für die Diskussion sei es wichtig, so hoben die Autoren hervor, den Roboterbegriff in präziser Weise zu verwenden. Bei zu eng gefasster Definition blieben nur sehr wenige Industrieroboter übrig; fasste man sie zu weit, würde man schnell die Grenzen zum Einlegegerät überschreiten und stünde dann „vor einem Heer von Handhabungsautomaten". Sie selbst definierten Industrieroboter im Anschluss an die Definition von Warnecke/Schraft (1973) als „in mehreren Achsen frei programmierbare, mit Greifern oder Werkzeugen ausgerüstete automatische Handhabungseinrichtungen, die für den industriellen Einsatz konzipiert sind" – das entspricht der heute generell gültigen Definition.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Industrierobotern müsse daher sowohl der Rationalisierung als auch der Humanisierung dienen. Das Postulat der Gleichrangigkeit der Ziele der Rationalisierung und der Humanisierung (im Werksjargon später auch als „Tandemprinzip" bezeichnet) würde bei Entscheidungen über entsprechende Projekte im Unternehmen im Rahmen der Planungsabläufe für den Robotereinsatz bereits berücksichtigt. Die entsprechenden Planungsunterlagen müssten für jedes Einzelprojekt ausweisen, welcher Rationalisierungseffekt und welcher Humanisierungseffekt damit jeweils erreicht wird.

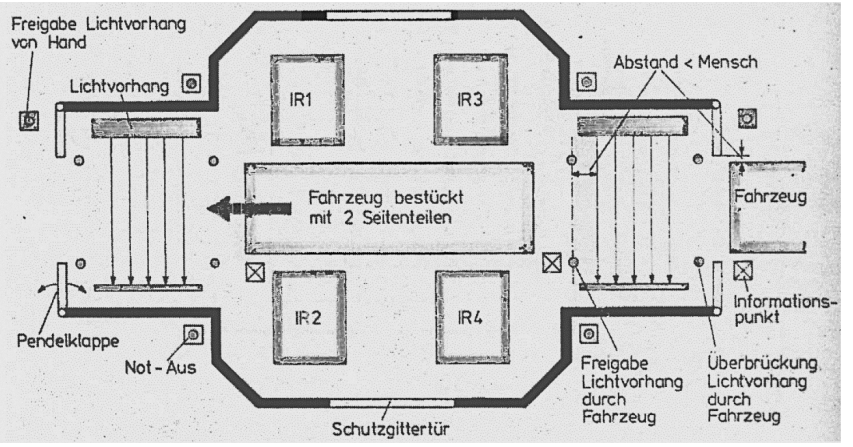
Die Besonderheit der Vorgehensweise bei VW wurde auch in einer späteren Studie über den Einsatz von Robotern erkennbar (VW-Unternehmensarchiv 587/13/8). 1984 wurde hier als Ziel formuliert, dass die Aufgabe der Programmierung weitgehend beim Shopfloor liegen solle. Auch Teilaspekte, wie die Geschwindigkeiten und das Beschleunigungs- und Bremsverhalten der Roboter, könnten nach Erstellung des Grundprogramms beliebig den Erfordernissen der Praxis von „angelernten Facharbeitern" im „Teach-in-Verfahren" angepasst werden. Die frei programmierbaren Steuerungen ermöglichten Änderungen, Erweiterungen und Ergänzungen, ohne in die Hardware einzugreifen. „Die schönste Steuerung nützte aber nichts," so wurde einschränkend erklärt, „wenn das Gerät nur von Vollakademikern bedient und programmiert werden kann" (ebd.). Man habe daher von Anfang an geplant, dass die Einrichter die Programmierung und vor allem Änderungen im Programm selbst vornehmen können.

Im Hinblick auf Roboter mit „höherer Intelligenz" erwartete man die Entwicklung von Verfahren einer Schreibtischprogrammierung „off-line" und damit von Möglichkeiten zur Verwendung der CAD-Daten aus der Konstruktion für Berechnungs- und Planungsaufgaben, die mithilfe von CAE- (Computer-Aided Engineering-)Systemen ausgeführt würden. Für eine Vielzahl von Spezialaufgaben gebe es bereits unterstützende computerbasierte Systeme: Bis zum Ziel der computerintegrierten Fertigung (CIM) sei es allerdings noch weit (ebd.).

Die typischen Merkmale eines Industrieroboters, nämlich die freie Programmierbarkeit der Geschwindigkeiten und der Bewegungsrichtungen erforderten strikte Sicherheitsstandards für den Betrieb mit Industrierobotern. „Um einen hinreichenden Schutz für das entsprechende Personal zu bieten, muss der Arbeitsablauf grundsätzlich so gestaltet werden, dass eine Trennung des Systems ‚Mensch-Industrie-Roboter' gegeben ist", schrieb in diesem Sinne der Leiter der Anlagentechnik in einem Beitrag für einen internen Produktionsworkshop (Morghen 1984: 82).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 49: Schutzeinrichtungen einer Station mit vier Industrierobotern



Quelle: Morghen (1984: 82)

Die in diesem Zusammenhang erstellte Grafik, die in Abbildung 49 wiedergegeben wird, zeigt, dass ein sehr großer Aufwand bezogen auf Arbeitssicherheit notwendig war. Dargestellt wird eine Arbeitsstation, bestehend aus vier Schweißrobotern und einem FTS-Fahrzeug, das die zu bearbeitenden Teile transportiert. Das Sicherheitssystem bestand aus den fest und beweglich montierten Schutzgittern sowie aus Pendelklappen und Lichtschranken an den Ein- und Ausfahrstellen des FTS (Morghen 1984: 83).

Diese Anforderungen trugen dazu bei, dass die Verbreitung von Robotern im Wolfburger Werk in den 1970ern nur sehr langsam vorankam. In der Produktion herrschte nach wie vor die Einzwecktechnologie mit ihren Transfermaschinen und -straßen.

Erst Ende der 1980er Jahre kam es zu einer rascheren Verbreitung der Roboter. Dennoch setzten sich in der Frage des Aufbaus eines eigenen Geschäftssparte für Industrieroboter bei VW nun die Argumente für einen Verkauf der Roboterproduktion durch. Anfang der 1990er Jahre wurde die Sparte für eine symbolische Geldsumme verkauft.

8.5 Die Geschichte der Halle 54

In den 1980er Jahren war die Neugestaltung der Montagearbeit das zentrale Thema. Es bestand weithin Einigkeit – zumindest unter den europäischen Unternehmen – dass Fließbandarbeit der Vergangenheit angehörte und

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

abgeschafft werden musste. Darüber, wie dies geschehen sollte, war man sich nicht einig. Drei Alternativen standen im Raum:

(1) Die stationäre Fertigung:

Dieser Ansatz wurde von Volvo für das Ende der 1980er geplante Werk Uddevalla gewählt. Die Montage wurde hier von einem Team, oder auch einzelnen Arbeitern, am stehenden Fahrzeug durchgeführt. Angestrebt wurden ganzheitliche Arbeitsinhalte von einer Dauer von mindestens zwei Stunden, die die Arbeitenden mit Produktstolz erfüllten, ganz im Sinne der Zielvorstellungen Hellpachs, die im vorigen Kapitel beschrieben wurden. (Vgl. Sandberg 1995; Berggren 1991)

(2) Die Schaffung von Montageinseln:

Diese Alternative wählte man insbesondere bei Opel/GM Europe. (Vgl. Jürgens et al. 1988: 189ff.) Der Kern des unter der Bezeichnung „Neue Produktionskonzepte" entwickelten Maßnahmeprogramms war es, bestimmte Montagetätigkeiten aus dem zentralen Bandfluss auszulagern und auf Montageinseln, in stationärer Arbeitsweise durchzuführen. Ausgewählt für diese neue Arbeitsweise wurde die Montage des Cockpits und der Türen. Die Arbeit wurde an einem stehenden FTS durchgeführt, das, mit den entsprechenden Werkstücken und Einbaumaterialien ausgestattet, die Montageinseln ansteuerte und nach Abschluss der Arbeit den Weg zu einer weiteren Montageinsel fortzusetzte oder zum Hauptband fuhr, wo die entsprechende Tür oder das Cockpit dann in das dazugehörige Fahrzeug eingebaut wurde. Ein abgestrebtes Ziel war, die Arbeit im Sinne der damaligen HdA-Diskussion zu verbessern. Dies betraf die Belastungen und Beanspruchungen bei dem Einbau von Teilen in der Karosserie, denn die Arbeit musste teilweise in extrem gebückter Haltung und an schwer zugänglichen Stellen durchgeführt werden. Der Ansatz erlaubte zugleich eine Ausweitung der Arbeitsinhalte auf bis zu zehn Minuten in den Montageinseln, während die Taktzeit am Hauptband zwei Minuten betrug.

Die im Vergleich zu den Ansätzen in Schweden geringe Ausweitung des Arbeitsinhalts bedeutete für die Arbeiter an den Montageinseln keine vergrößerten Freiräume bei der Ausführung ihrer Tätigkeit, hier galten die gleichen Vorgaben wie am Fließband. Im Unterschied zum Fließband konnten aber nun die Arbeitszyklen an die Erfordernisse der jeweils unterschiedlichen Ausstattungsvarianten angepasst werden, was zu erheblichen Effizienzverbesserungen führte. Der Ansatz kam damit vor allem auch dem Unternehmen zugute. Von den Arbeitern wurde die Tätigkeit in den

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Montageinseln im Vergleich zu der früheren Arbeit an den Bänden als nachteilig empfunden. Sie hatten das Gefühl „auf dem Präsentierteller" zu arbeiten, ihr individuelles Arbeits- und Leistungsverhalten wurde für jeden unmittelbar einsichtig und transparent (ebd.: 192).

(3) Die Automatisierung:[127]

Dieser Ansatz wurde im Falle der Halle 54 gewählt. Volkswagen war aber nicht das einzige Unternehmen in dem die Automatisierung im 1980er Jahrzehnt einen großen Sprung machte. In Kapitel 5 wurde bereits über die Erfahrungen bei GM berichtet und in Kapitel 6 bereits über die Ansätze bei den japanischen Herstellern. In Europa war es vor allem Fiat, wo man umfangreiche Projekte der Montageautomatisierung verfolgte; im Werk Cassino von Fiat lag der Automatisierungsgrad Ende der 1980er bei 22% (vgl. Camuffo/Volpato 1997: 180).

Bei VW begannen die Vorbereitungen für die Montageautomatisierung mit den Beratungen über das Nachfolgemodell des Golf, dessen Markteinführung für Anfang der 1980er Jahre vorgesehen war. Ein zentraler Punkt der Beratungen war der Wunsch der Vertreter der Produktion in der Kommission, im Bereich der Fahrzeugmontage im größeren Stil Automatisierungsmaßnahmen durchzuführen. Dadurch solle nicht nur Personal eingespart, sondern gleichzeitig mehr Raum für die verbleibenden manuellen Montagetätigkeiten gewonnen werden. Auf diese Weise könne man die Ziele der Fertigungszeiteinsparung und der Humanisierung der Arbeit miteinander verbinden (VW-Unternehmensarchiv 69/852/1).

Als Voraussetzung für die Automatisierung in der Produktion wurden umfangreiche Veränderungen bei den bereits vorliegenden Konstruktionsplänen für das Fahrzeug angesehen. Besonders intensiv wurde, den Beratungsprotokollen im Unternehmensarchiv zufolge, über die Idee diskutiert den Trägerrahmen der Karosserie an der Front offen zu lassen und erst in der Endmontage nach dem Einbau des Motors und anderer Aggregate durch das Einfügen eines „Frontend"-Moduls zu schließen. Man war sich im Klaren darüber, dass eine solche Lösung schon aus Gründen der Unfallsicherheit weitreichende Konstruktionsänderungen mit sich bringen würde, mit der Folge, dass der Golf-Nachfolger bis zur Markteinführung ein Jahr länger benötigen würde als ursprünglich geplant. Aber das nahm man in Kauf, was ungewöhnlich war.

127 Bei VW verwandte man weiterhin den Begriff „Mechanisierung".

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Das offene Frontend war nur ein Beispiel für eine Vielzahl von Konstruktionsänderungen, die man im Hinblick auf das Ziel der Automatisierung der Montage unternahm. Deutlich war, dass mit der Automatisierung eine weitreichende Umstrukturierung der gesamten Montageabläufe verbunden war. Dies betraf die Zuordnung der Tätigkeiten entweder in den Bereich der konventionellen Bänder oder in den Bereich der Automatisierung. Es betraf aber auch die Zielsetzung der Humanisierung der Arbeit in der Montage. Überkopfarbeiten sollten bevorzug automatisiert werden.

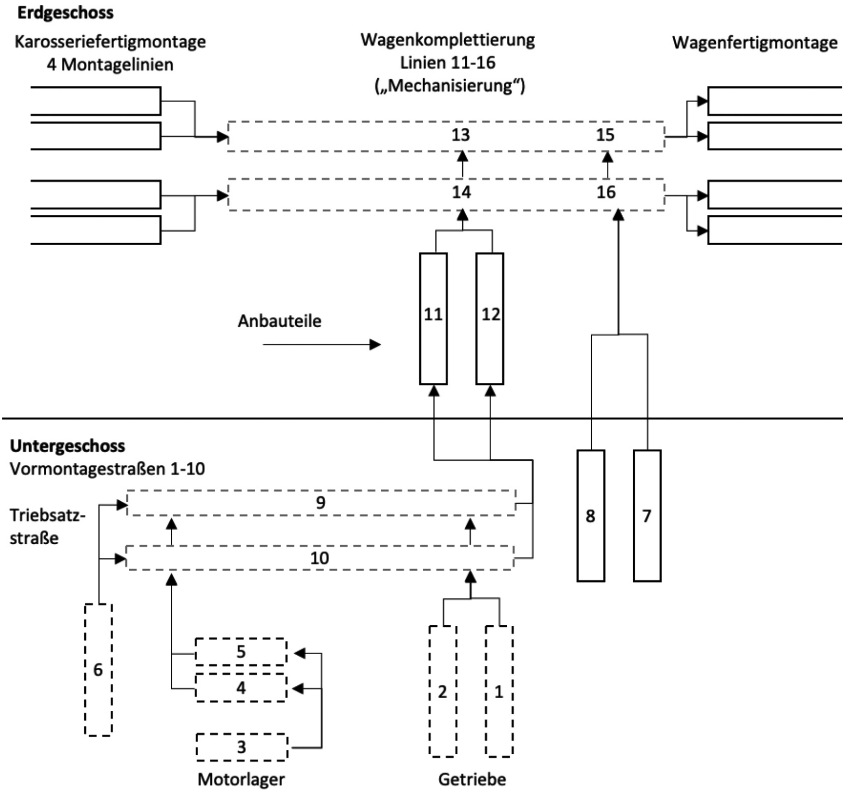
8.5.1 Struktur und Abläufe

Um das Konzept der Halle 54 die Besonderheiten dieser Ablaufstruktur verstehen zu können, ist eine genauere Betrachtung der Ablaufstruktur unumgänglich. Die Struktur war kompliziert. Sie umfasste insgesamt sieben Montagelinien (ML), die sich über mehrere Produktionshallen, unter ihnen die neu errichtete Halle 54, erstreckten. Von den sieben Montagelinien produzierten fünf den Golf[128], auf den zwei übrigen (ML 2 und 3) wurde der kleinere Polo zusammengebaut – diese Linien waren schon früher auf Basis flexibler Technologien umgestaltet worden. Von den fünf Montagelinien für den Golf wurde eine Linie zunächst weitgehend manuell belassen. Sie wurde später zum Einsatzfeld flexibler Automatisierung. Damit blieben vier Linien für den Golf, die von der Automatisierung der Halle 54 betroffen waren. Abbildung 50 gibt einen Überblick über die Ablaufstruktur bei diesen vier Linien.

128 Der Einfachheit halber werden im Weiteren immer nur der Golf bzw. der Polo genannt, die Schwestermodelle Jetta und Derby sind eingeschlossen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

*Abbildung 50: Ablaufstruktur der Montage in Halle 54 (1985) **



* 1 u. 2: Triebwerke; 3: Motorlager; 4 u. 5: Triebwerke; 6: Hilfsrahmen; 7 u. 8: Frontend; 9 u. 10: Triebsatzstraße; 11 u. 12: Anbauteile; 13–16: Wagenkomplettierung

Quelle: Lacher et al. (1987)

Die Fahrzeuge durchliefen drei unterschiedlich strukturierte Montagebereiche:

– zum Ersten die Vormontagelinien (Nr. 1–12 in der Grafik), die sich im Untergeschoss der Halle befanden und an denen der Zusammenbau von Aggregaten und Komponenten zu Modulen erfolgte, die im Anschluss an die Hauptlinie befördert und dort in die dazu gehörigen Fahrzeuge eingebaut wurden. Einige dieser Vormontagelinien war hoch automatisiert, an anderen wurde manuell gefertigt. Insgesamt wurden 14 Hauptbaugruppen (Module) in den Vormontagen hergestellt;

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

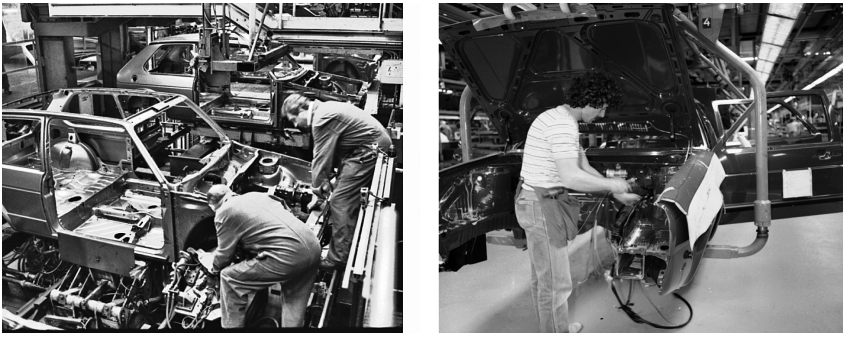
- zum Zweiten die konventionellen Montagelinien vor und nach dem Bereich des „Technischen Zentrums", an denen weiterhin manuell gearbeitet wurde;
- zum Dritten das „Technische Zentrum", so war die Bezeichnung des automatisierten Bereichs an der Hauptmontagelinie.

Im Folgenden soll der Montageablauf näher betrachtet werden.

Den Anfang machte in der Vormontage die Identifizierung des jeweiligen Fahrzeugs durch das Montage-Informationssystem, einem Teilsystem der Auftragssteuerung am Beginn der „Karosseriefertigmontage". Ein elektronisches Lesegerät tastete das Karosserie-Kennschild ab und gab die Kenndaten an einen Großrechner weiter, der alle erforderlichen Daten zum Bau des Autos gespeichert hatte. Der weitere Ablauf wurde entsprechend durch den Rechner gesteuert.

Eine der ersten Montagestationen in der Karosseriefertigmontage waren die Vorbereitungsarbeiten für den späteren Einbau des Motors. Abbildung 51 zeigt in einer Gegenüberstellung eine Arbeitssituation im Motorraum in der alten und in der neuen Golf-Generation. Die Tätigkeiten beim Einbau des Triebwerks erfolgten ursprünglich auf sehr beengtem Raum in sehr ungünstiger Körperhaltung (linkes Foto). Durch das offene Frontend war der Motorraum nun für die dort erforderlichen Tätigkeiten deutlich besser zugänglich.

Abbildung 51: Arbeiten im Motorraum des Golf 1 (links) und des Golf 2 (rechts)



Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Im Weiteren konzentriert sich die Betrachtung auf die Abläufe in den automatisierten Bereichen.[129]

Während in der Karosseriefertigmontage die ersten manuellen Einbauschritte vorgenommen wurden, begann auch die Fertigung des Triebsatzes im Bereich der Vormontagestraßen im Untergeschoss der Halle. Als Erstes wurde das Getriebe für das entsprechende Fahrzeug in die Fertigung eingeschleust; im Anschluss entnahm ein Roboter aus dem Magazin die passende Gelenkwelle und fügte sie mithilfe elektronisch gesteuerter Schrauber mit dem Getriebeblock zusammen.

Anschließend lief der Rumpfmotor in die Fertigung ein. Lichtschranken erkannten die Motorversion. Den Anbau der Keilriemenscheiben und der Lichtmaschine führte ein Roboter durch, der auch den richtigen Keilriemen auswählte, auf die Scheibe legte und spannte.

Im nächsten Schritt fuhr das Getriebe zum Fügen mit dem Rumpfmotor in die Triebwerkstraße ein. Eine Roboterfügeeinheit montierte das Getriebe in komplizierten Einzelbewegungen an den Motor. Auf einem speziell für die automatische Montage entwickelten Aggregateträger wurde danach das Lenkgetriebe befestigt und das fertige Triebwerk auf einen Montagerahmen gesetzt. In der nächsten Station erfolgte das automatische Verschrauben mit den Motorlagern (vgl. Abbildung 52).

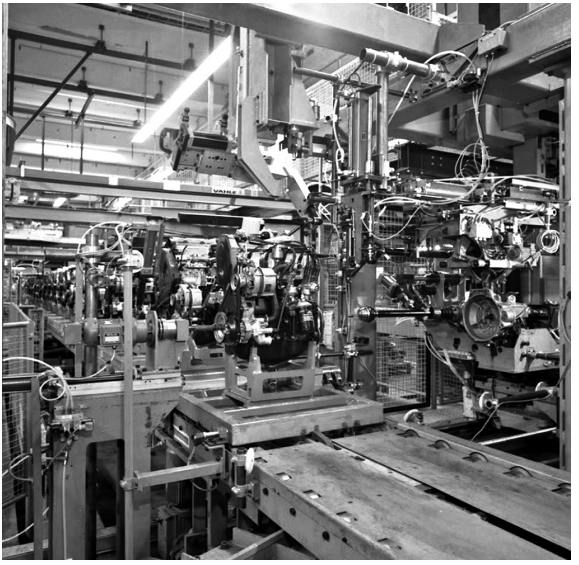
Das fertig montierte Triebwerk wurde per Aufzug an die Station am Hauptband befördert, um dort im „Technischen Zentrum“ in das dafür vorgesehene Fahrzeug eingebaut zu werden.

Das Technischen Zentrums bestand aus zwei weitgehend identischen parallelen „Transferstraßen“, die jeweils noch einmal in zwei Abschnitte unterteilt waren. Dazwischen befand sich eine Leerstrecke, die als Puffer dienen konnte, falls der vor- oder nachgelagerte Abschnitt eine Störung hatte. Vor dem Einlauf in diesen Bereich mussten jeweils zwei der vier Linien aus der Karosseriemontage zu einer Linie zusammengeführt werden. Nach dem Durchlauf durch das „Technische Zentrum“ wurden sie wieder entflochten, die Wagenfertigmontage erfolgte dann wieder auf vier Linien.

129 Grundlage ist eine Darstellung der Montagetechnik in Halle 54, die der damalige Planungsleiter F. Lünzmann auf einem Workshop der Produktion 1984 gehalten hat (VW-Unternehmensarchiv 610/460/2).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 52: Automatisierte Triebsatzmontage in Halle 54 (1984)



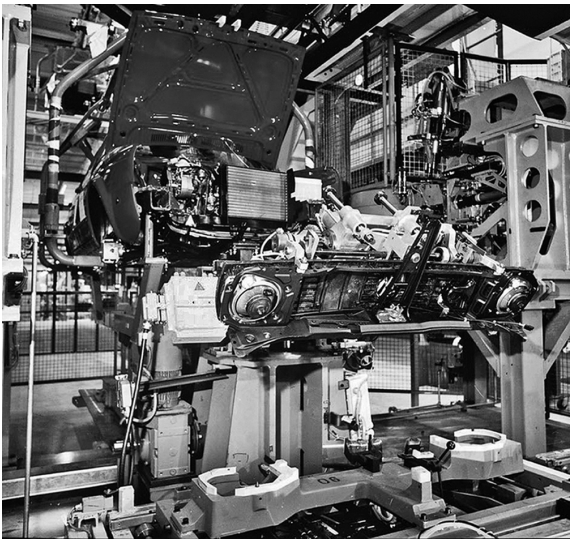
Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

Die Zusammenführung der vier zu zwei Linien und die anschließende Entflechtung der zwei wieder zu vier Linien war notwendig, um die Verknüpfung mit den „langsameren" manuellen Tätigkeiten zu ermöglichen. Die Taktzeiten in den Transferstraßen in dem Zentrum betrugen je nach Anlage zwischen 11 und 25 Sekunden, waren also viel kürzer als dies mit manueller Tätigkeit möglich und tarifvertraglich erlaubt gewesen wäre. Zwar hatte man durch die Entscheidung für unterschiedliche Geschwindigkeiten bei den Investitionen eingespart, dafür aber auch erheblichen Aufwand bei der Produktionssteuerung in Kauf genommen.

Eine der zentralen Arbeitsstationen im Technischen Zentrum war die „Hochzeit". Dank der offenen Front konnte das Einfahren des Triebwerks ohne menschliche Beteiligung erfolgen. Im Anschluss erfolgte die automatische Verschraubung mit der Karosserie. Danach durchlief die Karosserie die erwähnte Pufferstrecke zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt der beiden Linien im Technischen Zentrum. Im zweiten Abschnitt wurde der Einbau des Frontends (vgl. Abbildung 53) und diverser anderer Teile durchgeführt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 53: Automatisierter Einbau des Frontend in Halle 54



Quelle: Volkswagen Aktiengesellschaft

Damit war der Durchlauf durch die das Technische Zentrum im Wesentlichen abgeschlossen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Montageautomatisierung war eine große Zahl an Mess-, Prüf- und Steuervorrichtungen. Jedem Fahrzeug war ein bestimmter Datenspeicher zugeordnet, der während eines Produktionsdurchlaufs alle angefallenen produktions- und qualitätsbezogenen Daten sammelte. Die Datenspeicher der Fahrzeuge kommunizierten mit Kleinrechnern in den Arbeitsstationen. Eine besondere Bedeutung besaßen dabei die Messergebnisse der Verschraubungen. Die Schraubvorgänge wurden im Hinblick auf die Erreichung des vorbestimmten Drehmomentwerts sowie den korrekten Drehwinkel kontrolliert. Lag einer der Werte außerhalb der Toleranz, wurde der Prozess angehalten, und über einen Bildschirm wurde dem Straßenführer (entspricht dem Anlagenführer) der Nacharbeitsumfang an dem entsprechenden Fahrzeug angezeigt. Die eigentliche Bedeutung dieser Technik sah man in der Auswertung der dabei anfallenden Daten. Der Schraubvorgang war der letzte Schritt im eigentlichen Fertigungsablauf, deshalb lasse sich, so hob der Leiter der Planung im Werk in einer Veröffentlichung hervor, in den Verschraubungsergebnissen die Güte des gesamten automatisierten Prozesses ablesen. Dies erkläre den hohen Aufwand, den das Unternehmen bei der Überwachung

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

der Verschraubungen und der Erfassung der Verschraubungsdaten betreibe (Bartl 1987: 436).

Die Darstellung hat gezeigt, so lässt sich vorausgreifend auf das Kapitel 10 feststellen, dass die Automatisierung in der Halle 54 bereits über viele der Techniken, die heute im Rahmen von Industrie 4.0 diskutiert werden, verfügte. Im Mittelpunkt standen allerdings die Transferanlagen, die zwar nicht mehr so unflexibel waren wie in der Vergangenheit, deren Flexibilität aber doch begrenzt war. Die Anzahl der Industrieroboter an den eingesetzten Automatisierungstechniken war, wie unten noch näher beschrieben wird, sehr gering.

Durch die Einrichtung der Vormontagelinien für Einbaumodule wurde die Hauptlinie verkürzt, was dort eine „Entdichtung" der Arbeiten ermöglichte. Es entstand – viel weitergehend als bei Toyota – eine gemischte Struktur aus unterschiedlich gestalteten Montagesystemen: Montageboxen mit Gruppenarbeit, Automatisierungsbereiche, in den Roboter miteinander interagierten, und Bereiche mit konventionellen „manuellen" Montagetätigkeiten.

Die weitgehende Automatisierung der Triebsatzmontage bedeutete, wenn man den Vergleich mit der Montagestruktur in den frühen Werken von Ford zieht, dass der Großteil der Chassis-Montage, die zu dieser Zeit noch den größten Anteil der Tätigkeiten in der Fahrzeugmontage in den Werken von Henry Ford ausgemacht hatten, in der Halle 54 nun automatisiert war.

8.5.2 Grenzen und Weiterentwicklung des Konzepts der Halle 54

Angesichts der weiter stark ansteigenden Zahl von Varianten und Optionen erwies sich die Flexibilität der Anlagen schon nach wenigen Jahren als unzureichend. Die ersten Grenzen des Konzepts der Halle 54 wurden bei der Einführung eines neuen Fahrzeugtyps (Golf Syncro) 1986/87, einem Vorläufer der sogenannten Sport Utility Vehicles (SUV), erkennbar. Damit kam eine zusätzliche Bauvariante und mit ihm eine Vielzahl zusätzlicher Bauteile hinzu. Der erheblich vergrößerte Montageumfang ging einher mit einer größeren Fertigungszeitspreizung, d.h. der Unterschiedlichkeit der Tätigkeitsumfänge und damit des Zeitbedarfs bei den jeweiligen Fahrzeugen. Dies führte zu einer geringeren Arbeitseffizienz an den entsprechenden Stationen und damit zu Einbußen bei der Produktivität.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Es war absehbar, dass der Syncro nur der Anfang für weitere, den Rahmen des Halle-54-Konzepts sprengende Modelle und Modellvarianten sein würde. Der Ansatz, um mit dieser Problematik umzugehen, bestand in der Separierung der Fertigung der Produktvarianten mit einer höheren Spreizung der Arbeitsumfänge von der Fertigung der Produkte mit eher gleichartigen Anforderungen, die auf diese Weise weitgehend standardisiert und mit hoher Effizienz hergestellt werden können.

Um den Lösungsansatz besser verstehen zu können, soll im Folgenden ein kurzer Blick auf die neue Struktur der Triebsatzmontage geworfen werden.

Während die Serientriebsätze auf dem Band komplettiert wurden, wurden die arbeitsintensiven Aggregate auf FTS-Fahrzeuge platziert, durchliefen zunächst eine „Kommissionierungsstrecke", wo sie mit den erforderlichen Einbauteilen versehen wurden, um dann in eine „Arbeitsbox" einzulaufen, wo die Triebsätze von zwei Arbeitern zusammengebaut wurden. Im Anschluss transportierte das FTS den komplettierten Triebsatz zurück an das Hauptband. Die ausgekoppelten Tätigkeiten wurden als „Gleichmachertakte" bezeichnet, weil dadurch die Fertigungszeiten an der Hauptlinie „gleich gemacht" wurden. Verbunden war damit ein erheblicher Rationalisierungseffekt, da die Auslastung der Arbeiter (ihr „Wirkungsgrad") am Hauptband auf diese Weise gesteigert wurde.

Diese Lösung ergab viel Planungsspielraum für neue Fahrzeugvarianten und Ausstattungsoptionen – zu dieser Zeit begann, wie erwähnt, die Zeit der SUVs und bald auch weiterer neuer Fahrzeugtypen – und zugleich bot sie in den standardisierten Abschnitten des Hauptbandes die Möglichkeit zu automatisieren. Als Zukunftsidee zeichnete sich eine segmentierte Montagestruktur mit jeweils unterschiedlichen Arbeitsstrukturen ab, je nach Seriengröße der dort hergestellten Fahrzeugvarianten:

- ein erstes Segment für Fahrzeuge mit geringem Variantenspektrum, die auf hochautomatisierten Transferstraßen, sogenannten „Rennerlinien", gefertigt werden;
- ein zweites Segment für variantenreiche Fahrzeuge auf Basis flexibel automatisierter Systeme;
- ein drittes Segment für Kleinserien/Exoten, die in eigenen Arbeitssystemen manuell ohne Fließband und mit langen Arbeitszyklen hergestellt werden.

In den 1990er Jahren wurde das Konzept der Segmentierung zum Leitkonzept der Neustrukturierung der Halle 54. Dazu mehr im nächsten Kapitel.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

8.5.3 Mission erfüllt?

Im Folgenden soll zunächst die Bilanzierung, die intern nach Abschluss des Projekts von dem Planungsleiter des Werks vorgenommen wurde, wiedergegeben werden (vgl. Bartl 1988). Im Anschluss wird auf die spätere, überwiegend kritische Diskussion eingegangen.

Das Ziel der Steigerung des Automatisierungsgrades in der Fahrzeugmontage, das im Falle des Halle 54 Projekts explizit verfolgt wurde, war mit der Anhebung von 5 % auf 25 % war wie geplant erreicht worden. Der Automatisierungsgrad wurde in der Folgezeit noch weiter erhöht.[130]

Das Ziel der Erhöhung der Produktivität und der Einsparung von Fertigungskosten wurde, so Bartl, demgegenüber verfehlt. Einerseits habe es durch die Automatisierung im Bereich der Montage auf zweifache Weise Kosteneinsparungen gegeben: durch die Automatisierung von Tätigkeiten wurden ca. zwei Stunden je Fahrzeug und durch verbesserte Arbeitsbedingungen in den übrigen Bereichen wurde noch einmal ca. eine Stunde eingespart. Aufgrund der hohen Absatzzahlen und damit verbundenen Kapazitätserhöhungen sowie der gleichzeitig einfließenden produktbezogenen Konstruktionsänderungen kam es dennoch zu einem kräftig steigenden Personalbedarf.

Im Hinblick auf das Ziel der Steigerung der Qualität wurde wieder ein Häkchen gemacht; die automatische Montage habe eine bisher nicht gekannte Präzision und Wiederholgenauigkeit geboten.

Erreicht habe man schließlich auch das Ziel einer Humanisierung der Arbeit. Dies sei zum einen durch die weitgehende Reduzierung der Überkopfarbeit erfolgt. Zum anderen sei durch die Einrichtung der Vormontagebereiche die Taktbindung für die Arbeiter dort aufgehoben oder durch Einrichtung von Pufferzonen zumindest gelockert worden. Darüber hinaus hätten sich die Arbeitsbedingungen auch in den verbleibenden manuellen Arbeitsbereichen verbessert. In den Arbeitsstationen an den Bändern seien vor der Umstellung vier und mehr Arbeiter tätig und hätten sich oft gegenseitig behindert, was zu der hohen Arbeitsunzufriedenheit geführt hätte.

Auch die fünfte Zielsetzung, die Stillstandszeiten der Anlagen zu reduzieren, konnte laut Bartl erreicht werden. Der Planungsansatz hätte eine Verfügbarkeit von 80 % veranschlagt, nach einigen Jahren mit erheblichen

130 Einem Dokument im Konzernarchiv zufolge war für 1990 eine Steigerung auf 30 % und später 33 % vorgesehen (VW-Unternehmensarchiv 587/30/76).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Problemen sei diese auf 92 % gesteigert worden. Mit den vielen Störungsfällen in der Anfangszeit war man also fertig geworden.

In der Bilanzierung werden die Roboter nicht erwähnt. Dabei waren für die Öffentlichkeit vor allem die Roboter interessant. Sie wurden auch für die vielen störungsbedingten Stillstände der Anlagen (dazu gleich noch mehr) verantwortlich gemacht (vgl. dazu *Der Spiegel* 1983 sowie Heßler 2014). Die Roboter erforderten eine hohe Präzision, sie funktionierten nur, so wird der für die Planung der Halle 54 verantwortliche Manager Weißgerber in dem *Spiegel*-Artikel zitiert, wenn alles auf den Zehntelmillimeter genau passte. Viele Stillstände waren die Folge der Zuführung fehlerhafter Teile aus den vorgelagerten Bereichen. Von Robotern in der Montage konnten die Probleme kaum gelöst werden, selbst wenn sie mit höherer Computerleistung ausgestattet gewesen wären. Die daraus resultierenden Probleme zu bewältigen, wäre auch für die Arbeiter vor Ort eine kaum lösbare Aufgabe gewesen.

Die Roboter als Hauptursache für die Stillstandprobleme zu benennen, war aber aus einem anderen, einfacheren Grund heraus nicht gerechtfertigt, denn sie bildeten nur einen sehr geringen Teil der hier eingesetzten Automatisierungstechniken. Der größte Teil bestand aus starrer Automatisierung durch Transferanlagen (Lacher et al. 1987: 94). Insgesamt wurden in den Vormontagestraßen im Untergeschoss der Halle und im Technischen Zentrum nur 46 Roboter eingesetzt; „der immer besonders herausgestellte Robotereinsatz [machte] nur ca. 2,5 % des gesamten Mechanisierungsaufwandes" aus (Granel 1985: 17).

Bezogen auf die Fertigungstechnik waren, eigenen Untersuchungen zufolge, Probleme mit der Produktionssteuerung gravierender als die von den Robotern verursachten Störungen. Bei den Robotern konnte man laut Aussage des Planungsleiters Ende der 80er Jahre auf Wissen und Erfahrung aus dem Rohbau zurückgreifen. Die Hardware sei verhältnismäßig schnell ins Laufen gekommen, es habe nicht einen Flop gegeben. Die Probleme mit der Steuerung seien viel gravierender gewesen: Sobald die Sequenz der Fahrzeuge durcheinandergeriet, musste die ganze Fabrik aufgeräumt werden. Man musste durch die Reihen laufen und die Teile sortieren. Es sei z.B. vorgekommen, dass Impulsgeber Teile auch dann registrierten, wenn Leute mit Sicherheitsschuhen an ihnen vorbeigingen, und dann seien Teile falsch eingesteuert worden. In einem anderen Fall hatte der Förderer gezittert und dadurch sei weitergezählt worden. Ein weiteres Problem schließlich waren Fehler bei den Barcode-Lesungen. Fehlermöglichkeiten auszuloten, habe lange gedauert. Viele Probleme seien auf mangelndes Wissen, auch falsche

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Hilfsbereitschaft, wenn etwa Teile aufgehoben und wieder aufs Band gelegt und dann falsch eingebaut wurden, zurückzuführen gewesen. (Interview mit dem Autor am 15.12.1989).

Erhebliche Probleme gab es schließlich aufgrund mangelnder Qualifizierung der Beschäftigten an den Anlagen. Man verließ sich, wie oben erwähnt, weitgehend darauf, dass die Beschäftigten aus dem Karosseriebau, wo die meisten der Anlagenführer vorher tätig gewesen waren, schon sehr viel Erfahrung mit entsprechenden Anlagen besaßen. Das Problem aber sei gewesen, so erklärte ein Betriebsrat der Halle 54 in einem anderen Interview,

> „mit den frei programmierbaren Steuerungen klarzukommen. Da konnte man auch aus dem Rohbau nichts lernen, wo die Anlagen vor allem hydraulisch betrieben wurden und technisch ganz anders waren." (Interview mit dem Autor am 15.12.1989)

Dabei hatten die Arbeiter, die anfangs an den Anlagen eingesetzt wurden, noch eine einigermaßen hinreichende Qualifizierung erhalten, weil sie beim Bau der Anlage dabei gewesen waren. Später dorthin versetzte Arbeiter bekamen aber kaum noch eine Qualifizierung. Neurekrutierungen waren durch eine hohe Fluktuation unter den Anlagenführern immer wieder erforderlich.

Zu all dem kam noch hinzu, dass die Unzufriedenheit mit den Arbeitsbedingungen insbesondere in den automatisierten Bereichen hoch war, obwohl man dort nicht unmittelbar taktgebunden arbeitete. Eine Untersuchung auf Basis von Arbeitsunfähigkeitsdaten der VW-Betriebskrankenkasse ergab, dass die Belastungen und Beanspruchungen und der Krankenstand in den automatisierten Bereichen überdurchschnittlich hoch waren (vgl. Häussler et al. 1996). Eine Ursache dafür waren nach eigenen Untersuchungen die Störfälle und die dadurch erforderlichen Ausweichstrategien. Dies ist ein Aspekt, der selten im Zusammenhang mit Automatisierungsprojekten behandelt wird. Ein Technischer Sachbearbeiter, zuständig für die Mechanisierung in Halle 54, geführt hat, beschrieb, zu welchen Problemen dies führte (Interview mit dem Autor am 15.12.1989).

Kleinere Störungen in Sekundenlänge habe man auffangen können, da es in der Straße Leerstationen gab. Damit hatte man teilweise einen Takt Zeit, um diese Kleinststörungen zu bewältigen. Wenn eine Crash-Situation auftrat – d.h. wenn die Störung länger als zwei Stunden dauerte –, bestand die Notstrategie oft darin, per Hand einzubauen. Die Handstrategie sah so aus, dass das Schutzgitter blitzschnell aufgemacht wurde, um das Einbauteil vom Förderer herunterzunehmen, der es zur Station gebracht hatte. Danach wurde

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

das Schutzgitter schnell wieder geschlossen. Das Teil wurde dann manuell in einer Leerstation innerhalb der Straße eingebaut, danach hieß es: Schutzgitter auf, schnell verschrauben und wieder raus.

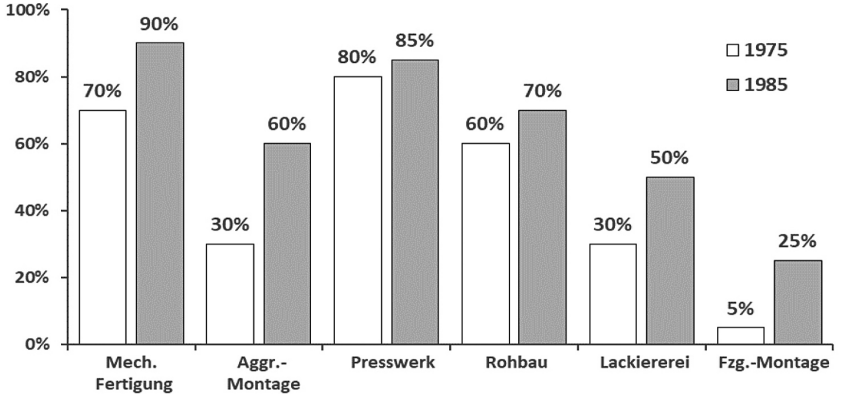
Solche Notstrategien gab es an vielen Stationen. Es gab keinen Pool von Arbeitern für solche Fälle, man musste die Arbeiter, aus anderen Bereichen abziehen. Die hohe Flexibilität verlangte große Erfahrung bei den Meistern und Anlagenführern. Möglichst schnell Leute organisieren zu können, war das Hauptproblem. Oft musste der Meister die Arbeiter dann einzeln einweisen. Die Stressbelastungen waren insbesondere für Meister hoch. Es musste viel Wissen vorgehalten werden und technisches Sachverständnis. Die Planer seien, so der Technische Sachbearbeiter, nicht „problembewusst" in Bezug auf die Eventualität solcher Notstrategien gewesen.

Insgesamt zeigt sich ein sehr differenziertes Bild der Probleme, die in den ersten Jahren in der neuen Halle auftraten, aber in der Folge immer weniger zum Tragen kamen.

8.5.4 Veränderung des Automatisierungsgrades in den Gewerken

Obgleich am spektakulärsten, war die Automatisierung der Montage nicht das einzige Automatisierungsprojekt des Unternehmens in den 1980ern. Insgesamt stieg dadurch der Automatisierungsgrad in allen Gewerken an, wie aus Abbildung 54 hervorgeht.

Abbildung 54: Veränderung des Automatisierungsgrades der Gewerke im Werk Wolfsburg (1975 vs. 1985)



Quelle: Granel (1985: 16ff.); eigene Darstellung

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

In den Gewerken, die zuvor schon zuvor hoch automatisiert waren, stieg er in dem betrachteten Zeitraum noch einmal an – im Bereich der Mechanischen Fertigung auf 90 %, im Presswerk auf 85 % und im Karosseriebau auf 70 %; einen Anstieg gab es auch in einigen der bisher nur gering automatisierten Gewerken: in der Lackiererei stieg er auf 50 % und der Montage der Aggregate (Motor, Getriebe usw.) auf 60 % und in der Fahzeugmontage au 25%. Aber immer noch blieb die Fahrzeugmontage damit auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Die 1980er waren das automatisierungsintensivste Jahrzehnt in der Geschichte von Volkswagen. Wie hat sich dies auf die Belegschaftsentwicklung ausgewirkt?

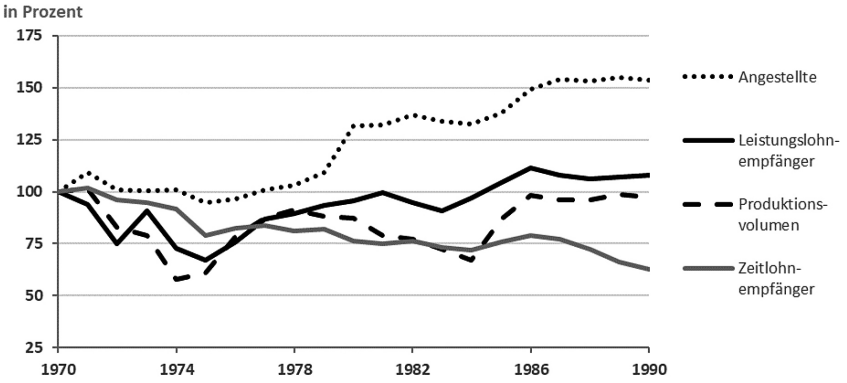
8.6 Auswirkungen der Automatisierung auf die Belegschafts- und Tätigkeitsstruktur

8.6.1 Entwicklung der Beschäftigtengruppen

Abbildung 55 zeigt die Entwicklung des Produktionsvolumens sowie die Veränderung der Anteile der drei Beschäftigtengruppen der Leistungslohnempfänger, Zeitlohnempfänger und der Angestellten an der Belegschaft des Werks. Die bisherige Unterscheidung nach dem beruflichen Bildungsabschluss in Facharbeiter, Angelernte und Ungelernte wurde nicht mehr verwendet. Man orientierte sich nun an der Unterscheidung im Entgeltsystem nach Leistungslohn-, Zeitlohn- und Gehaltsempfängern. Die Kategorie der Zeitlohnempfänger umfasste bei dieser Unterscheidung sowohl Facharbeiter wie auch Ungelernte

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

*Abbildung 55: Belegschaftsentwicklung nach Beschäftigtengruppen und Produktion im Werk Wolfsburg (Stand 31.12. des jeweiligen Jahres; 1970 = 100)**



* Die Angaben beziehen sich auf das Gesamtwerk einschließlich der Forschung und Entwicklung, Vertrieb, Beschaffung usw.. Auszubildende sowie die Arbeiter im Versand von Teilesätzen (CKD), die zu den Zeitlöhnern zählen, sind mit Ausnahme der Jahre 1970–1972 nicht einbezogen.

Quelle: Kurzinformation zur Belegschaftsentwicklung, laufende Jahre

Die Entwicklung zeigt bei zunächst allen Beschäftigtengruppen den Rückgang, der durch das Auslaufen der Käferproduktion sowie durch den Nachfrageeinbruch während der Ölkrise verursacht wurde. Dieser fiel bei den Leistungslohnempfängern besonders stark aus, ab Mitte der 1970er Jahre ging es aber für diese Gruppe wieder aufwärts und 1980 wurde wieder das Niveau vom Anfang des Jahrzehnts erreicht. Die erste Hälfte der 1980er Jahre war, wie oben beschrieben, eine Periode großer Automatisierungsprojekte nicht nur in der Montage. Dem entspricht Anfang der 1980er ein kurzer Rückgang, der anschließend aber durch das starke Wachstum der Produktion ab Mitte der 1980er Jahre wieder eingeholt wurde.

Die Entwicklung bei den Zeitlohnempfängern verlief anders. Wie die Abbildung zeigt, sank deren Zahl im Zeitraum 1970 bis 1990 nahezu stetig ab, nur Mitte der 1980er Jahre wurde er für eine kurze Zeit unterbrochen, im Anschluss setzte sich das Absinken jedoch verstärkt fort. 1990 lag der Anteil bei nur noch bei 65 % des Ausgangsstandes von 1970. Neben der Auslagerung von Tätigkeiten an Dienstleistungsunternehmen war dies die Folge von Veränderungen in der betrieblichen Arbeitsteilung und des Neuzuschnitts von Stellen im direkten Bereich, auf die im Weiteren noch

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

zurückgekommen wird. Die Zeitlohnempfänger profitierten auch nicht von der Zunahme der Beschäftigten in den Zentralbereichen, in denen viele von ihnen beschäftigt waren (beispielsweise im Bereich des Prototypenbaus).

Bei den Angestellten nahm die Zahl der Beschäftigten im Betrachtungszeitraum kontinuierlich zu – am Ende steht ein Plus von über 50 %. Dies ging auf die Zunahme der Aufgaben in den Bereichen der zentralen Unternehmensfunktionen zurück, aber auch die beschriebenen Automatisierungsprojekte haben dazu beigetragen. So stieg allein die Anzahl der Planungssachbearbeiter und Planer im Werk Wolfsburg zwischen 1970 und 1990 um das Sechsfache an (Unternehmensarchiv 174/2259).

8.6.2 Veränderung der Tätigkeitsstruktur

Welche Auswirkungen hatten die oben beschriebenen Maßnahmen auf die Tätigkeitsstruktur in der Produktion?

Tabelle 13 zeigt die Veränderungen für ausgewählte Tätigkeiten 1980 vs. 1990.[131] Die Auswahl enthält die nach Beschäftigtenzahl größten Tätigkeitsgruppen in der Fahrzeugmontage, der Lackiererei und dem Karosseriebau. In allen drei Bereichen hat die Beschäftigung zugenommen, aber im Falle der Montagetätigkeiten fiel der Zuwachs geringer aus. Hier zeigt sich auch in der Statistik einmal ein deutlicher Automatisierungseffekt.

131 Grundlage ist die Personalstatistik über die von der jeweiligen Person tatsächlich ausgeübten Tätigkeiten, d.h. unabhängig von seinem oder ihrem erlernten Beruf und erworbenen Qualifikationen sowie von der Form der Entlohnung (Leistungslohn oder Zeitlohn). Für jede der Tätigkeitsgruppen werden exemplarisch einige der wichtigsten Tätigkeiten genannt. Dabei handelt es sich um die im Unternehmen verwendeten Bezeichnungen. Die Systematik der Tätigkeitsgruppen in der Tabelle erfolgte durch den Autor im Hinblick auf das Untersuchungsinteresse der Studie, dies gilt auch für die Zuordnung der Einzeltätigkeiten zu den Gruppen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Tabelle 13: Veränderung der Anzahl Arbeiter in ausgewählten Tätigkeitsgruppen im Werk Wolfsburg (1980 vs. 1990)

	Tätigkeitsgruppen*	**1980**	**1990**	**Veränderung**
I	*Bearbeitende Tätigkeiten*			
	Montage (Montagewerker, Teilemontierer)	9.106	9.982	+10 %
	Lackiererei (Lackspritzer, Lackschleifer, Grundspritzer, Abschleifer, Lackierwerker)	2.269	2.996	+32 %
	Karosseriebau (Karosseriewerker, Schmelzschweißer, Zangenpunkter, Oberflächenbearbeiter)	1.084	1.596	+47 %
II	*Maschinen- und anlagenbezogene Tätigkeiten*			
a)	Maschinenarbeiter, Maschinenbediener, Anlagenbediener	4.308	5.404	+25 %
b)	Anlagenführer, Straßenführer, Maschinen- und Anlagenüberwacher, Einrichter	1.088	2.032	+87 %
c)	Anlagenmechaniker, Anlagenelektriker, Betriebsschlosser, Maschinenschlosser; Schlosser	1.108	2.573	+132 %
III	*Qualitätsbezogene Tätigkeiten*			
	Prüfer, Kontrolleure, Beanstandungsbeheber, Nacharbeiter, Fertigsteller	4.541	4.763	+5 %
	Summe	**23.071**	**29.073**	**+26,0 %**

* Die Zuordnung erfolgte durch den Autor. Eine Separierung zwischen den Arbeitern des Produktionswerks und denen der anderen Bereiche war nicht möglich. Da in diesen Bereichen (z.B. der Prototypenherstellung) hauptsächlich Facharbeiter eingesetzt werden, betrifft dies insbesondere die Tätigkeitsgruppe IIc, deren Anteil daher überhöht ausfällt.

Quelle: VW-Unternehmensarchiv 677/53/1/2; 677/42/1/2

Die Tätigkeiten wurden für den Zweck der Analyse drei Hauptgruppen zugeordnet.

Die erste Gruppe umfasst die bearbeitenden Tätigkeiten, die unmittelbar am Produkt oder dessen Teilen durchgeführt werden. Dies sind die Tätigkeiten, die man sofort vor Augen hat, wenn man an Automobilarbeit denkt – kurzzyklisch, repetitiv und überwiegend am Fließband.

Die zweite Gruppe umfasst die maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeiten. In Bezug auf diese Gruppe werden in der Tabelle noch einmal drei Untergruppen von Tätigkeiten unterschieden:

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

a) Bedienende Tätigkeiten an den Maschinen und Anlagen, wie das Einlegen und Entnehmen von Teilen. Hier handelt es sich ebenfalls oft um repetitive und taktgebundene Tätigkeiten. Im Vergleich zu den Anforderungen an Können, Wissen und Fertigkeiten (Skills) bei den produktbearbeitenden Tätigkeiten, beispielsweise bei den Schweißern oder den Oberflächenbearbeitern im Karosseriebau, die durch den Einsatz von Maschinen ersetzt wurden, hat hier eher ein Abwertung von Produktionsarbeit stattgefunden.[132]Wie aus der Tabelle hervorgeht, war dies die bei Weitem größte Gruppe unter den maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeiten, sie wies allerdings im Betrachtungszeitraum die geringste Zuwachsrate auf.
b) Tätigkeiten der Überwachung und Führung von Maschinen und Anlagen, wie die der oben beschriebenen Anlagenführer; einbezogen in diese Gruppe wurden auch die Einrichter, deren Aufgaben zumeist von den Anlagenführern übernommen wurden. Diese Gruppe steht für die Tendenz zur Aufwertung von Produktionstätigkeiten durch Automatisierung. Der Anteil dieser Gruppe mit maschinen- und anlagebezogenen Tätigkeiten erfuhr, wie aus der Tabelle hervorgeht, in dem Betrachtungszeitraum nahezu eine Verdoppelung.
c) Tätigkeiten zur Instandhaltung der Maschinen und Anlagen, die eine einschlägige Facharbeiterqualifikation voraussetzen. Der Anteil dieser Tätigkeitsgruppe nahm im Vergleich der drei Untergruppen noch stärker zu als der der aufgewerteten Angelerntentätigkeiten.

Insgesamt überwog damit in der Betrachtungsperiode im Bereich der maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeiten die Tendenz zur Aufwertung der Produktionsarbeit.

Die dritte Gruppe umfasst die qualitätsbezogenen Tätigkeiten unabhängig von der Zugehörigkeit zum direkten oder indirekten Bereich. Zu dieser Gruppe zählen Inspektoren der Qualitätssicherung, ebenso wie die Prüfer an den Linien sowie auch die Beanstandungsbeheber, Nacharbeiter und Fertigsteller, die für die Fehlerbehebung zuständig waren. Die Anzahl dieser Gruppe wuchs im Betrachtungszeitraum nur noch unterdurchschnittlich an.

Außer den Tätigkeiten der Logistik und Materialbereitstellung sind damit die wichtigsten Tätigkeitsgruppen im Bereich der Produktion genannt.

132 Bezogen auf die Tätigkeit der Einleger urteilen Kern/Schumann: „Infolge ihrer Inhaltsleere, Einseitigkeit und Streßbelastung liegt die Einlegerarbeit unterhalb der Schwelle akzeptabler Industriearbeit“ (1984: 76).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Bei der Betrachtung dieser Veränderungen muss man sich den starken Anstieg im Automatisierungsgrad in dem Betrachtungszeitraum vor Augen halten; die 1980er Jahre war die Zeit der sog. dritten industriellen Revolution, erstmals wurden in größerem Umfang Roboter eingesetzt, IT-Systeme fanden verbreitet Anwendung. Vor diesem Hintergrund gesehen erschien die Veränderung der Tätigkeitsstruktur in der Produktion wenig spektakulär.

8.6.3 Die Definition von Tätigkeiten als sozialer Prozess

Die Anforderungen der Maschinen und Anlagen schlagen sich nicht unmittelbar in den Aufgabenprofilen einzelner Tätigkeitsarten nieder, sondern durchlaufen einen Prozess der Interpretation und Aushandlung, in dessen Verlauf Aufgaben neu strukturiert werden und gegebenenfalls auch neue Tätigkeitsarten geschaffen werden. Wie dies im Falle des untersuchten Unternehmens geschieht, soll im Folgenden näher betrachtet werden. Das Lohnsystem spielt dabei eine wesentliche Rolle.

Ende der 1970er Jahre wurde das Lohnsystem bei VW grundlegend reformiert.[133] Die Reform des Entgeltsystems war ein Eckpfeiler der arbeitspolitischen Reformen im Unternehmen, die in Erwartung der großen Automatisierungswelle unternommen wurden. Es spielte eine wichtige Rolle bei dem Umgang mit den veränderten Anforderungen. [134] Wie jedes Lohnsystem ist es kompliziert, hier sollen nur die Grundzüge dargestellt werden.

Das neue System der Lohndifferenzierung, kurz „Lodi" genannt, gilt (Präsens, da es auch heute noch so ist) für den gesamten Arbeiterbereich. Es ist unabhängig von der oben erwähnten Unterscheidung nach Leistungs- oder Zeitlohn, schließt damit auch die Tätigkeiten der Facharbeiter und der Ungelernten ein.

Das Ziel bei der Einführung des Lodi war, die Flexibilität im Personaleinsatz zu erhöhen. Wesentliche Elemente waren zum ersten die Bildung von Arbeitssystemen als einer neuen Ebene der Regulierung des Arbeitsein-

133 Für eine ausführlichere Darstellung vgl. Brumlop (1986).

134 Unterstützt wurde dies auch durch Wechsel im System der Arbeitsbewertung im direkten Bereich. Ein Leistungslohnsystem gab es auch schon vorher, es basierte auf einer analytischen Bewertung der Tätigkeiten nach Schwierigkeitsgrad, Qualifikationsanforderungen, Belastungen und Beanspruchungen. Nun wurde auf ein Prämienlohnsystem umgestellt. Hier erfolgt keine Entgeltdifferenzierung nach individueller Leistung mehr, sondern auf Basis der Erfüllung der vorgegebenen Produktionsziele.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

satzes und zum zweiten das Verfahren der Anpassung an neue technische, organisatorische und auch soziale Anforderungen.

Die Lohndifferenzierung erfolgt in diesem System nicht mehr anhand der Anforderungen (Können, Fähigkeiten, Belastungen und Beanspruchungen) am einzelnen Arbeitsplatz, sondern anhand der Anforderungen in dem Arbeitssystem, dem dieser Arbeitsplatz zugeordnet ist. Auf der Grundlage des neuen Lohnsystems werden alle Arbeitsplätze einem bestimmten Arbeitssystem zugeordnet, die Arbeiter in dem jeweiligen System verrichten gleichartige Aufgaben, erhalten das gleiche Entgelt und sind auf den verschiedenen Arbeitsplätzen innerhalb des Systems flexibel einsetzbar. Die Qualifikationsanforderungen an die Arbeiter ergeben sich aus den jeweiligen arbeitssystem-spezifischen Aufgabenbeschreibungen.

Die Anzahl der Arbeitsplätze der Arbeitssysteme wird von einer Kommission festgelegt, (dazu gleich mehr), die damit auch über die Frage der Gleichartigkeit der Anforderungen und des Bereichs, in dem die Beschäftigten flexibel eingesetzt werden können[135], entscheidet; ein Arbeitssystem kann mehr als hundert aber auch weniger als zehn Beschäftigte umfassen. Um den Bereich, innerhalb dessen flexibel umgesetzt werden kann und innerhalb dessen daher in der Praxis auch eine Rotation stattfindet, wird die Größe in der Regel eingeschränkt und die Lage auf einen begrenzten räumlichen Bereich beschränkt.

Die Arbeitssysteme bilden damit die organisatorische Basiseinheiten der Tätigkeiten. Diese Basiseinheiten weisen je nach Einsatzbereich, Technikausstattung und damit verbundenen Anforderungen durchaus Unterschiede auf und können auf der Entgeltskala unterschiedlich hoch eingestuft sein, auch wenn sie der gleichen Tätigkeitbezeichnung zugeordnet sind. Bei einigen Tätigkeiten, wie im Falle der Montagwerker, gibt es Arbeitssysteme auf mehreren Entgeltstufen, die in der Entgeltskala auf unterschiedlichen Stufen liegen. Ein Bild der tatsächlich ausgeübten Tätigkeiten und der entsprechenden Anforderungen gewinnt man also erst auf der Ebene der Arbeitssysteme und nicht der Tätigkeitsbezeichnungen.

Die Benennung der Arbeitssysteme erfolgt durch die Lohnkommissionen zumeist nach der Haupttätigkeit, die hier ausgeübt wird.

135 Für temporäre Umsetzungen in ein anderes Arbeitssystem wird eine Zulage bezahlt, die höher ausfällt, wenn das betreffende Arbeitssystem einer höheren Entgeltstufe angehört. In dem Falle, dass das andere Arbeitssystem niedriger eingestuft ist, bleibt das bisherige Lohnniveau bestehen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Eine zentrale Rolle in dem System spielen die paritätisch von Vertretern des Managements und des Betriebsrats zusammengesetzten Lohnkommissionen in den Betrieben und auf Unternehmensebene, in denen Vertreter des Managements und des Betriebsrats verhandeln und sich letztlich einigen müssen. Verändern sich die Arbeitsanforderungen aufgrund technisch-organisatorischer Umstellungen, entscheidet die Kommission über die Bildung neuer Arbeitssysteme, sei es im Rahmen bestehender Tätigkeitsbezeichnungen oder durch Einführung neuer Bezeichnungen. In diesem Sinne sind Tätigkeiten das Ergebnis von Aushandlungen und der Verständigung über grundlegendere Gestaltungskonzepte.

Dieses Aushandlungssystem ermöglicht damit eine zeitnahe und dezentrale (arbeitssystem-bezogene) Anpassung des Anforderungsprofils und der Lohneinstufung der Arbeitssysteme, wenn sich Anforderungen verändern, wie im Falle des Einsatzes neuer Techniken. Die Zuständigkeit der Lohnkommissionen für direkte und indirekte Tätigkeiten, einschließlich der Facharbeiter erleichtert darüber hinaus die Schaffung neuer grenzüberschreitender Tätigkeitsbilder.[136]

In den 1980ern begann die Lohnkommission damit, solche integrierte Tätigkeitsbilder zu definieren.[137] Der Anlageführer ist ein Beispiel für ein solches neues Tätigkeitsbild im Bereich der Angelernten. Unter dem Einfluss der Diskussion über das japanische Produktionsmodell und der Einführung von Lean Production Konzepten verstärkte sich dieser Prozess. Die neu geschaffenen Tätigkeiten wurden, auch wenn sie einen Facharbeiterabschluss erforderten, überwiegend der Produktion, d.h. dem direkten Bereich zugerechnet. Dies ist eine Erklärung für das in der Abbildung 55 gezeigte Absinken der Anteile der Zeitlohnempfänger an der Belegschaft. Obwohl es sich bei diesen überwiegend um Facharbeiter handelt, lässt sich dies als eine Folge der Aufwertung der Produktionsarbeit interpretieren.

Deutlich wird, dass sich hinter den Tätigkeitsbezeichnungen eine differenzierte Struktur von Tätigkeiten an unterschiedlichen Arbeitsplätzen in den Arbeitssystemen und zwischen den Arbeitssystemen mit derselben Tätigkeitsbezeichnung verbergen.

136 Anzumerken ist, dass das Lodi eingeführt wurde, bevor man im Unternehmen begann, über Gruppenarbeit zu diskutieren. Arbeitssysteme bilden keine Form der Arbeitsorganisation ab und sind keine soziotechnischen Einheiten.

137 Bei Fiat wurden mit den dort 1987 eingeführten Tätigkeitsbildern in ähnlicher Weise integrierte Tätigkeitsbilder definiert. Analog zum Anlagenführer beispielsweise der Conduttori di Processi Integrati. (Vgl. Camuffo/Volpato 1997: 178)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

8.7 Zwischenresümee

Die 1980er Jahre waren die automatisierungsintensivsten in der Geschichte des Unternehmens, der Automatisierungsgrad wurde in allen Gewerken erhöht. Erstmalig erfolgte auch ein Automatisierungssprung in der Fahrzeugmontage.

Zum Zuge kamen dort vor allem die Transfermaschinen, Industrieroboter bildeten (ganz im Gegensatz zu der verbreiteten Auffassung) nur eine Randerscheinung. Parallel zum erhöhten Technikeinsatz fanden organisatorische Maßnahmen statt, darunter insbesondere die Schaffung der Modulbereiche und die Segmentierung in Produktionsbereiche für eher Standardprodukte und Bereiche, in denen ein stärker diversifiziertes, variationsreicheres Produktionsprogramm abgearbeitet wurde. Es entstand eine Vielfalt unterschiedlicher Gestaltungsansätze – vom Hauptband entkoppelte Bereiche teils mit stationärer Produktion wie Montageinseln -zellen, -boxen, teils mit weitgehend automatisierter Produktion. Die Vielfalt lokaler Lösungen führte aber auch zu komplizierteren Abläufen.

Es gab viele Probleme mit Störungen an den Anlagen und auch größere „Crashs", bei denen die Produktion für viele Stunden ganz zum Erliegen kam. In der Diskussion wurden in erster Linie die Roboter für die Probleme in der Halle 54 verantwortlich gemacht. Die obige Analyse verweist eher auf Probleme mit der übergreifenden Steuerung der komplizierten Abläufe mit ihrer Vielzahl von Fehlerquellen sowie auf Probleme, die ihre Ursachen in den vorgelagerten Prozessschritten hatten. Mit der Zeit wurden die Störquellen nach und nach reduziert, anders als bei GM in den Werken Lordstown und Hamtramck oder Toyota im Werk Tahara wurde das ursprüngliche Konzept nicht aufgegeben, sondern schrittweise verändert.

Das zentrale Problem des Konzepts der Halle 54 war die Unterschätzung der marktgetriebenen Entwicklungen, die immer neue Fahrzeugvarianten und Ausstattungsoptionen hervorbrachten, die den Rahmen der eingeplanten Flexibilitätsspielräume der Anlagen sprengten. Diese varianzbedingten Anforderungen nahmen schneller zu als die Flexibilität der Technik. Die Erwartung an einen Produktivitätssprung als Folge der Automatisierung haben sich aus diesen Gründen nicht erfüllt.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

9. Automatisierung unter Lean-Production-Bedingungen (1990 bis 2010)

9.1 Einleitung

Dieses Kapitel beschreibt die Entwicklung bei VW von 1990 bis in die 2010er Jahre. Es bildet den Abschluss der Darstellung über VW und zieht eine Bilanz.

Abschnitt 9.2 knüpft direkt an das vorige Kapitel an. Der Anfang der 1990er Jahre war bei VW eine Zeit der Neuorientierung. Der starke Fokus, den das Unternehmen in den 1980ern auf Automatisierung gelegt hatte, wurde nun kritisiert und vor dem Hintergrund der Diskussion über die japanischen Wettbewerbsvorteile und das Lean-Production-System in Frage gestellt.

Im Fokus des Abschnitts 9.3 stehen die Veränderungen bei den Produkten und in der Produktpolitik. Der Trend zur Differenzierung des Produktangebots hielt weiter an und verstärkte sich noch durch das Entstehen neuer Fahrzeugtypen wie den SUVs. Der Ansatz der Modularisierung wurde nun systematisch bezogen auf die Produktkonstruktion und auf die Auslegung der Produktionsabläufe weiterentwickelt. Zugleich wandelten sich die Produkte durch den zunehmenden Einsatz elektronischer Komponenten und durch die Computerisierung vieler Funktionen in den Fahrzeugen.

Es folgt der – dieses Mal recht ausführliche – Gang durch die Gewerke (9.4). Es gab keine spektakulären Automatisierungsprojekte aber weiterhin anhaltende technische Veränderungen in den bereits hochautomatisierten Gewerken, das Schwergewicht aber lag bei organisatorischen Veränderungen.

In Abschnitt 9.5 erfolgt eine Bilanzierung der Entwicklung des Automatisierungsgrades und der Produktivität über den gesamten in dem Buch untersuchten Zeitraum.

Den Abschluss bildet die Analyse der Veränderungen der Belegschafts- und Tätigkeitsstruktur und die Diskussion einiger übergreifender Aspekte (Abschnitt 9.6). Im ersten Schritt wird die Entwicklung im Werk Wolfsburg im Betrachtungszeitraum beschrieben. Im zweiten Schritt fokussiert die Analyse auf die Veränderungen bei den Tätigkeitsstrukturen auf der Ebene der Gewerke. Exemplarisch werden hier die Veränderungen im Karosserie-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

bau und in der Fahrzeugmontage analysiert. Auf Grundlage der Befunde werden im dritten Schritt werden die Fragen der Aus- oder Abwertung von Produktionsarbeit und des Wandels im Bereich der Facharbeit diskutiert. Im vierten Schritt geht es um die Frage nach den Ursachen für den nach wie vor geringen Automatisierungsgrad in der Montage.

Den Abschluss bildet eine kurze Anmerkung zu den krassen Fehlprognosen bezogen auf die Auswirkungen der Automatisierung auf die Montagearbeit.

9.2 Zweifel an der Automatisierungsstrategie und die Lean-Production-Wende

Anfang der 1990er Jahre war man bei VW verunsichert, es schien, als hätte man mit der Automatisierung auf das falsche Pferd gesetzt. Die Bedenken wurden bestärkt durch die nun einsetzende Lean-Production-Debatte. Der damalige Werksleiter Weißgerber stellte fest:

> „Unterm Strich … hat sich damit die Kapitalproduktivität in vielen Bereichen verschlechtert. Die eigentliche Produktivität des Mitarbeiters, des Menschen also, wurde jedoch kaum aufgegriffen.… Wir haben den Taylorismus perfektioniert und damit die Eigenständigkeit und das Mitdenken unserer Mitarbeiter außen vorgelassen.“ (Weißgerber 1991: 32)

In der Vergangenheit habe man zu sehr auf Technik gesetzt. Diesen Weg werde man in Zukunft nicht mehr weiterverfolgen.

> „Unsere Ziele können und wollen wir nicht mit noch mehr Kapitaleinsatz für Maschinen und Anlagen erreichen, sondern mit Hilfe des menschlichen Potenzials in unseren Werken. Der Weg sind neue Managementphilosophien und die Neustrukturierung von Qualifizierungsinhalten.“ (ebd.: 31)

In Bezug auf Produktivität lag das Werk im internationalen Vergleich weit zurück. VW war an dem Forschungsprogramm des MIT beteiligt gewesen und kannte die Ergebnisse. Nun trafen sich die Ernüchterung im Hinblick auf die Technikerwartungen mit den Erkenntnissen der Japan-Diskussion: Die Botschaft war, dass die Lösung nicht in dem vermehrten Technikeinsatz liegt, sondern in der Gestaltung der Abläufe und der sozialen Organisation der Produktion. Die Konzepte der vollautomatisierten und computerintegrierten Fertigung verschwanden in der Schublade.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Um sich selbst ein Bild zu machen, unternahm das Produktionsmanagement 1990 eine ausführliche Studienreise nach Japan. In dem Bericht von dieser Reise wurde der Befund eines großen Produktivitätsrückstands bestätigt.[138] Die Produktivität der besuchten japanischen Montagewerke war laut dem Bericht um bis zu 300 % höher als die in den eigenen Werken, bei den Motor- und Getriebewerken war der Vorsprung sogar noch höher.

Eine Ursache dafür seien, so lautete die Erklärung, die längeren Arbeitszeiten in Japan. Die Anzahl der effektiven Arbeitsstunden läge dort bei 2.200 bis 2.300 Stunden im Jahr, in den eigenen Werken bei 1.200 bis 1.250 Stunden; damit ließe sich die Hälfte des Produktivitätsunterschieds erklären. Die Erklärung für die übrige Differenz liege nicht in Unterschieden im Technologiestand und Mechanisierungsgrad, sondern in der höheren Effizienz der Prozesse: Sie seien einfacher strukturiert und überschaubarer, es gebe eine hohe Flexibilität auch bei der Fertigung kleinster Losgrößen, die Pufferkapazitäten seien geringer, die Anlagenverfügbarkeit höher.

Ein wichtiger Erklärungsfaktor sei, so der Bericht, die größere Handlungssouveränität des Shopfloors, der in Japan über mehr technische Intelligenz und besser qualifizierte Produktionsarbeiter verfüge und bei der Ablaufgestaltung eine viel aktivere Rolle spiele als dies in den deutschen Werken der Fall sei. Die Folge sei, dass in den japanischen Werken ein geringerer Bedarf an Zusatzpersonal für Nacharbeit, Steuerungs- und Logistiktätigkeiten bestehe. Zu den hohen Produktivitätsunterschieden trage aber auch eine hohe Arbeitsintensität bei, die in den japanischen Werken um 30 bis 50 % höher liege als in den eigenen Werken. Hierzu trügen entsprechend gestaltete Arbeitsabläufe bei, dazu eine Produktgestaltung, die eine möglichst einfache Montage ermöglichte und nicht zuletzt eine gehörige Portion an Drill.

Der Bericht bestätigte in wesentlichen Punkten die Aussagen der Studie von Womack et al. (1991), die nun eine zentrale Rolle bei den Beratungen des Unternehmens über den zukünftigen Weg einnahm (vgl. Weißgerber 1991: 34). Kopieren wollte man das japanische Modell aber nicht, sondern suchte nach eigenen Lösungen. Eine bestand in einer Reorganisation der Produktion nach dem Konzept der Fraktalen Fabrik, das vom Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, IAO, entwickelt wurde (Warnecke 1992) und das Elemente des japanischen Modells (Stärkung des Shopfloor durch Aufgabenübertragung „nach unten") mit marktförmigen

138 Quelle: Reiseberich PKW-Montagewerke Japan 28.5. bis 3.6. 1990 (auf Grundlage von Aufzeichnungen des Autors).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Anreiz- und Kontrollmechanismen verband. Werksleiter Weißgerber dazu: „Unser Ziel heute ist, ein Shopfloor-Management zu schaffen, in dem jeder Beteiligte, vom Meister bis zum Werker am Band, unternehmerisch denkt und handelt." (Weißgerber 1991: 32)

Schwerpunkte der Maßnahmen zur „Erschließung des menschlichen Potentials", wie es Weißgerber formuliert hatte, bildeten die Einführung von Gruppenarbeit sowie die Durchführung von Verbesserungsaktivitäten (Widuckel-Mathias 1992; Lünzmann 1992).

Weitere Maßnahmen waren aber auch die in den 1980ern begonnen Reduktion der Fertigungstiefe (vgl. näher zu diesen Maßnahmen: Klobes 2005; D'Alessio et al. 2000) sowie die bald einsetzende Verlagerung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen an die Low-Cost-Standorte, die sich durch den Fall der Mauer sowie die Öffnung des Ostblocks in Europa aufgetan hatten.

Die aktuellen Entwicklungen liefen allerdings den Zielen einer Verschlankung der Prozesse und Kostensenkungen im Sinne von Lean Production zuwider. Die boomende Nachfrage nach Automobilen, die der Fall der Mauer in Deutschland auslöste, und die erweiterten Absatzmöglichkeiten aufgrund der Öffnung des Ostblocks führten dazu, dass Einsparziele in den Hintergrund traten und die Aufmerksamkeit stattdessen auf den Ausbau der Kapazitäten und die Errichtung neuer Werke gerichtet war.

Als nach dem vereinigungsbedingten Boom ein scharfer Nachfragerückgang einsetzte, verfügte das Unternehmen über zu hohe Kapazitäten. Die hohen Investitionen in Maschinen und Anlagen wurden zu einer Bedrohung. Ende 1993 stand das Unternehmen vor dem Bankrott. Die Krise machte aus Sicht des Unternehmens eigentlich Massenentlassungen in großem Maßstab erforderlich, was aber zu heftigen Konflikten in den Arbeitsbeziehungen und zu einem Bruch mit der bisherigen Praxis der vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen Management und Betriebsrat geführt hätte. Durch die Vereinbarung einer alternativen Lösung kam es stattdessen zu einer Festigung des Systems der Mitbestimmung im Unternehmen. Die Vereinbarung bestand darin, die erforderlichen Kosteneinsparungen durch eine Verkürzung der Wochenarbeitszeit auf 28,8 Stunden zu erreichen, verbunden mit einer entsprechenden Kürzung bei den Löhnen und Gehäl-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

tern.[139] Im Gegenzug gab es eine Zusage der Beschäftigungssicherheit für alle Beschäftigten (Haipeter 2000; Jürgens 1998).

Diese Mischung von Erfahrungen, Einsichten und aktuellen Problemen bilden den Hintergrund für die anschließende Analyse.

9.3 Modellvielfalt und Modularisierung

Im Folgenden wird zunächst, wie in den vorigen Kapiteln auch, ein Blick auf die Entwicklung des Produktionsvolumens, des Modellspektrums und der Zahl der Leistungslohnempfänger im Werk Wolfsburg in dem betrachteten Zeitraum geworfen.

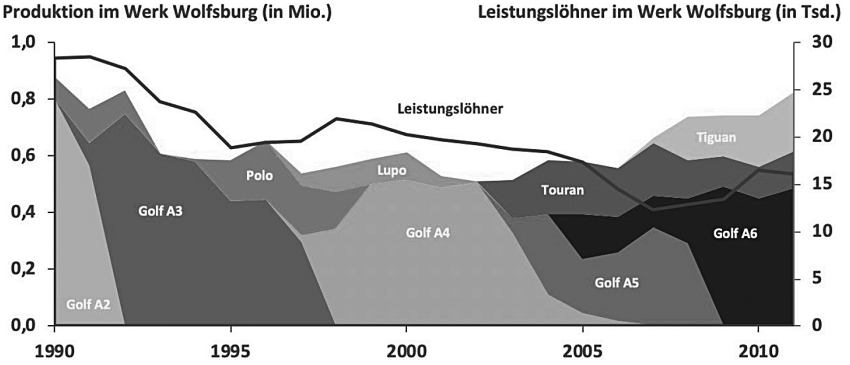
1992 hatte der Modellwechsel zum Golf 3 stattgefunden. Schon vorher war die Nachfrage nach dem Golf ebenso wie für den Kleinwagen Polo, der ebenfalls im Werk Wolfsburg hergestellt wurde, stark zurückgegangen. Der Einschnitt bei der Beschäftigtenzahl wurde kurzzeitig durch den Boom, den die Wiedervereinigung auslöste, unterbrochen, fiel danach aber umso heftiger aus, wie Abbildung 56 zeigt.

Auf die Beschäftigungsentwicklung wird später in diesem Kapitel noch näher eingegangen. Das neue, niedrigere Niveau beim Produktionsvolumen blieb bis 2008 die neue Normalität. Bis dahin fanden drei weitere Modellwechsel statt. Der Anteil des Golf und seiner Varianten nahm nach jedem Modellwechsel ab, ab Mitte des 2000er-Jahrzehnts stabilisierte er sich auf niedrigem Niveau und stieg danach wieder leicht an. In dieser Zeit wuchs zugleich der Anteil neuer Fahrzeugarten, die die Plattform des Golf verwendeten. Hergestellt wurden diese Fahrzeuge in einem eigenständigen Organisationsbereich der „Auto 5000“ innerhalb des Wolfsburger auf Basis eines deutlich niedrigeren Lohnniveaus und mit teilweise neuen Fertigungsmethoden. Auf das „Auto 5000-Projekt“ wird in diesem Buch nicht näher eingegangen (vgl. dazu: Schumann et al. 2004; Schumann et al. 2006).

139 Die 28,8-Stunden-Woche blieb bis 2005 in Kraft. Danach wurde sie durch eine differenzierte 34-Stunden-Woche abgelöst.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Abbildung 56: Modellspektrum, Produktionsvolumen und Beschäftigungsentwicklung des Werks Wolfsburg (1990 bis 2011)



Anm.: Die Angaben über die Golf-Produktion schließen die Modelle Jetta, Bora, Golf Plus und Vento ein.

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Unterehmensdaten

Bezogen auf die Produkte gab es vier Trends, die großen Einfluss auf die Produktion hatten und im Folgenden kurz beschrieben werden sollen:

(1) Der oben schon erwähnte Trend zu neuen Fahrzeugarten, die ihren Ursprung zumeist in den USA hatten. Am weitesten haben sich die sog. SUVs verbreitet. Begonnen hatte der Trend in den 1980er Jahren mit Minivans, die von staatlicher Seite in die Kategorie der Light Trucks eingestuft wurden, was ihnen erhebliche steuerliche Vorteile und einen größeren Schutz vor der Konkurrenz von Importfahrzeugen bot. Diesem Fahrzeugsegment verdanken die traditionellen US-amerikanischen Hersteller, die Großen Drei (GM, Ford, Chrysler), vermutlich überhaupt, dass sie überleben konnten. Es handelte sich dabei zumeist um große, schwere Fahrzeuge, oft luxuriös ausgestattet, mit hohem Kraftstoffverbrauch und auf den Straßen sehr viel Platz fordernd, d.h. allen ökologischen Anforderungen widersprechend, aber für die Hersteller hochprofitabel.

Die Produktpolitik europäischer und japanischer Hersteller passte sich diesem Trend an. Waren die Weichen der Produktpolitik Anfang der 1990er Jahre noch in Richtung auf verbrauchssparende Low-Cost-Fahrzeuge gestellt – VW hatte ein Zwei-Liter-Auto entwickelt –, ging es nun in die entgegengesetzte Richtung. Hinzu kam ein Trend zu immer höherwertigen Ausstattungen mit entsprechenden Auswirkungen auf den Arbeitsaufwand in der Produktion.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

(2) Das Produkt änderte sich fundamental. Der Wertanteil der elektrischen und elektronischen Komponenten an einem Fahrzeug stieg auf gut 40 %. Treiber dafür waren Anforderungen der Fahrzeugsicherheit, Verbrauchsreduktion und Annehmlichkeiten. Immer mehr Elektromotoren und Prozessrechner wurden eingesetzt, die Redewendung „Computer auf Rädern" kam auf. (Vgl. dazu Jürgens/Meißner 2005) Das Automobil wurde immer mehr selbst zum Fokus von Automatisierungsbestrebungen: Abstandswarner, Spureinhaltungsregler, Einschlafwarner, Nachtsicht, Navigationssysteme. Der Mensch in seiner Steuerungsfunktion wurde zunehmend ersetzt und das Ziel des autonomen Fahrens rückte immer näher.

(3) Modularisierung. Der Trend hin zu höherwertigen Fahrzeugen und zu den neuen Fahrzeugarten wie SUVs oder Cross-Over-Fahrzeugen bedeutete in der Produktion eine Erhöhung der Anzahl von Modellen, Varianten, Optionen. In dieser Hinsicht aber glaubte man bei VW, mit der Modularisierung über eine Methode zu verfügen, die es ermöglichte, den Zielwiderspruch zwischen Flexibilität und Economies of Scale aufzulösen. Ausgangspunkt war die Aufteilung des Fahrzeugs in Module, das Frontend des Golf, das bei der Planung der Halle 54 eine Schlüsselrolle gespielt hatte, war ein solches Modul gewesen. Dieser Weg wurde nun weiterverfolgt, indem neue Module definiert wurden. Der Golf, der hierbei eine Pionierrolle spielte, wurde auf diese Weise zunehmend „durchmodularisiert". Beim Golf 4 von 1997 gab es 25 Module, beim Golf 5 von 2003 waren es 31 Haupt- und 54 Untermodule; offensichtlich war der Ansatz zwischenzeitlich noch weiter verfeinert worden (Automobil Produktion 2003a:36f; Wilhelm 1997).

Die Modulbildung erfolgte zunächst im Rahmen der Plattformstrategie. Unterschiedliche Fahrzeugmodelle mit bestimmten gemeinsamen Grundmerkmalen wurden danach auf einer einheitlichen Plattform gebaut, im Prinzip war dies ein um zusätzliche Komponenten erweitertes Chassis, das rund 60 % der Entwicklungs- und Herstellungskosten eines Fahrzeugs umfasste. Im ersten 2000er-Jahrzehnt wurde dieser Ansatz durch die Entwicklung plattformübergreifender „Modulbaukästen" erweitert, aus denen sich die Konstrukteure auch von Fahrzeugen bedienen konnten, die auf anderen Plattformen basierten. Dabei galt es, die unterschiedlichen Anforderungen der Marken und Vorstellungen der Entwickler unter einen Hut zu bringen. Der spätere Produktionsvorstand von VW, Waltl, resümieren in einem gemeinsam mit Wildemann verfassten Buch:

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

> „In Summe führen die markenübergreifenden Baukästen zu einem verringerten Freiheitsgrad von technischen Einzellösungen, aber zu einer enormen Steigerung von Kombinationsmöglichkeiten für Fahrzeugmodelle und deren Derivate." (Waltl/Wildemann 2014: 202)

Auf der Grundlage der definierten produkttechnischen Lösungen wurden daher in einem zweiten Schritt entsprechende Modularen *Produktions*-Baukästen (MPB)[140] entwickelt. Sie enthielten Vorgaben für die Gestaltung der Produktionsabläufe und für die Betriebsmittel in der Fahrzeugproduktion, jeweils spezifiziert auf den Ebenen Werke, Bereiche, Linie und Arbeitsplätze (Waltl/Wildemann 2014: 216). Dies betraf nicht nur die eingesetzte Technik, sondern auch die Logistik, Organisation und IT-Systeme und umfasste Vorgaben beispielsweise zu Personalbedarf und Energieverbrauch (ebd.: 218). Die Einschränkung der Freiheitsgrade betraf nicht nur die Produktentwicklung, sondern auch die Produktion. Im Hinblick auf MQB-Fahrzeuge[141] wird dies näher beschrieben:

> „Im Zuge der Entwicklung des MQB wurden nicht nur die gleichen Komponenten (wie etwa die Bodengruppe, Lenkung, Achsen, Elektronikbauteile, Sitzgestelle oder Klimaanalagen) modellübergreifend festgelegt, sondern in Zusammenhang mit der Produktionsplanung auch die Aufbau- und Montagereihenfolgen als Grundlage für die Fertigungsprozesse. Beispielsweise funktionieren alle MQB-Karosserielinien weltweit nach den gleichen Fügeprinzipien. Auch in der Endmontage ist die Aufbaureihenfolge stets identisch. Es ist damit eindeutig festgelegt, in welcher Station Cockpit, Sitze und Türen durch welche Prozesse montiert werden. Mit den im MQB festgelegten Geometrien für Komponenten, deren Fügeprinzipien und einem konzeptgleichen Fahrzeugaufbau lassen sich folglich die Fertigungsprozesse standardisieren. Als Konsequenz besteht damit die Möglichkeit, auch die Betriebsmittel weltweit zu vereinheitlichen. Diese enge Verzahnung zwischen Produkt, Prozess und Betriebs-

140 Die modularen Produkt-Baukasten basierten auf einer flexiblen Grundarchitektur mit den wesentlichen Technikmaßen, wie den Spurweiten, Radstanden, Überhangen und Raddurchmessern. Unterscheidungskriterium war hier die Einbausystematik für den Motorraum. (Waltl/Wildemann 2014: 200)

141 Der Modulare Querbaukasten (MQB) wurde im Falle aller quer zur Fahrtrichtung installierten Motoren verwendet, er kam in der ersten Hälfte der 2010er Jahre bei 40 Fahrzeugmodellen des Unternehmens zur Anwendung. Darüber hinaus gab es Modulare Baukasten für längsinstallierte Motoren, für Fahrzeuge der Luxusklasse mit Heckantrieb und für Fahrzeuge mit Elektroantrieb.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

mittel ist die Basis der Produktionsplanung für alle MQB-Standorte und damit auch die Grundlage für den Modularen Produktionsbaukasten." (Waltl/Wildemann 2014: 202f.)

Von dieser „Gleichschaltung" der Werke wie die Strategie von Branchenjournalisten genannt wurde (vgl. Seiwert et al. 2012), wurden in der Produktentwicklung und der Produktion angesichts der Vielzahl von Fahrzeugmodellen im Konzern (über 220 Modelle von 12 Automobilmarken, über 100 Werke weltweit) große Kostenvorteile erwartet. Neben Kosteneinsparungen war ein zentrales Ziel die Erhöhung der Flexibilität bei der Produktion unterschiedlicher Fahrzeuge in den Werken. Um auf die hohe Volatilität der Nachfrage für einzelne Modelle auf unterschiedlichen Märkten schnell reagieren zu können, sollten die Fließbänder flexibler werden und bis zu vier verschiedene Fahrzeugmodelle in beliebiger Reihenfolge herstellen können.

Auch das Thema der Automatisierung fand Berücksichtigung. Um unterschiedlichen Standortbedingungen der Werke im internationalen Produktionsnetzwerk gerecht zu werden, wurden Module alternativ für eine hohe und eine niedrige Automatisierung ausgelegt (Waltl/Wildemann 2014: 215). Die an den Standorten vorhandenen Qualifikationen zur Beherrschung der Steuerungs- und Vernetzungskomplexität bildete ein wichtiges Kriterium bei der Entscheidung über den angestrebten Automatisierungsgrad. (ebd.: 215).

Die Modularisierung der Produkte und Prozesse war ein enormer organisatorischer Kraftakt für das Unternehmen und erforderte hohe Investitionen. Die Entwicklung der Modularen Produktionsbaukästen zog sich über viele Jahre hin, ihre Auswirkungen auf die Produktionsstrukturen und -abläufe konnte aber erst in den 2010er Jahren umfassend zur Geltung kamen.

9.4 Gang durch die Gewerke und Bilanzierungen

Begonnen wird der Gang durch die Gewerke mit der Herstellung des Motors: der Gießerei, der Mechanischen Fertigung und der Motormontage. Dies war von Beginn an die Paradestrecke der Automatisierung gewesen– schon bei Ford im Werk Highland Park. Wie ist die Situation hier mehr als 100 Jahre später? Im Anschluss erfolgt der Gang dann vom Presswerk über den Karosseriebau, zur Endmontage der Fahrzeuge. Die Lackiererei wird, wie bisher schon, nur kurz betrachtet.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die wichtigsten Quellen sind hier die Sonderausgaben der Zeitschrift *Automobil-Produktion*, die ab 1991 anlässlich der jeweiligen Modellwechsel des Golfs im Werk Wolfsburg erschienen sind. In diesen Ausgaben verfassten die verantwortlichen Manager der Bereiche teilweise selbst Artikel oder stellten entsprechende Informationen für Artikel der Fachjournalisten bereit, in denen die technischen und organisatorischen Maßnahmen beschrieben wurden. Hier befinden sich auch Angaben über die erreichten Automationsgrade.

9.4.1 Gießerei

Der Auftakt erfolgt mit der Gießerei. Die im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchte Gießerei wurde bereits im Zusammenhang mit der Auslagerungen aus dem Wolfsburger Werk Anfang der 1960er Jahre an einem anderen Standort errichtet. 2008 wurde sie grundlegend modernisiert. Sie war zum Untersuchungszeitpunkt überwiegend auf die Fertigung von Zylinderköpfen und einigen anderen Motorteilen aus Aluminium spezialisiert, die an die Motorenwerke des Unternehmens geliefert und dort weiterbearbeitet wurden. Die Untersuchung erfolgte exemplarisch anhand eines 1,4-Liter-Dieselmotors.

Es handelte sich bei dieser Gießerei nicht um einen repräsentativen Fall, sondern um ein auf besonders komplexe Produkte und neue Materialien spezialisiertes Werk, in dem auch die Grenzen der Automatisierung ausgetestet wurden. Die Untersuchung wurde 2019 durchgeführt. Obwohl zu diesem Zeitpunkt schon klar war, dass der Verbrennungsmotor auslaufen würde, herrschte keine Endzeitstimmung im Werk; in der Halle wurde bereits eine Probelinie für die Fertigung von Teilen für Elektromotoren errichtet.

Angelagert an die Gießerei war ein Kompetenzzentrum für Leichtbau, das mit der Aufgabe betraut war, eine Strategie für den verstärkten Einsatz von Aluminium und Magnesium als Gusswerkstoffe zu entwickeln. In der Halle befand sich auch eine Anlage für den 3D-Druck von Fahrzeugteilen, in der mit dem neuen Herstellungsverfahren experimentiert wurde.

Die wesentlichen Ablaufschritte waren dieselben wie schon bei den früher beschriebenen Gießereien: Die Gussformen waren immer noch fragile Gebilde aus Sand, die Kerne für die Hohlräume wurden mit Drahtstiften an die entsprechenden Stellen positioniert und das Gesamtgebilde schließlich in Kokillen platziert, wo es dann mit Metallschmelze umgossen wurde.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Nach Abkühlung des Rohteils erfolgten das Herausschütteln aus der Kokille, das Säubern von Sandresten, das Abschlagen von Schmelzgraten und anschließend eine erste Bearbeitung auf Werkzeugmaschinen.

Grundstoff des Formmaterials war nach wie vor Kiesgrubensand, der mit Bindematerial versetzt und mithilfe von Maschinen geformt wurde. Eine Gussform eines Zylinderkopfs erforderte sieben Kerne. Hergestellt wurden sie mithilfe von Kernschießmaschinen, der Prozess verlief weitgehend automatisiert.

Nach dem Formprozess mussten die Kerne auf Unregelmäßigkeiten und Brüche kontrolliert werden und, falls erforderlich, überstehende Grate an dem Gebilde aus Formsand entfernt werden. Diese Aufgabe wurde von Robotern ausgeführt. Am Roboterkopf befand sich ein länglicher dünner Stahlstift, der entlang der Außen- und Innenflächen der Kerne glitt und Grate beseitigte. In der Vergangenheit war das Nachputzen der Kerne eine manuelle Tätigkeit und wurde am Band durchgeführt.

Das Zusammenfügen der Teilkerne zum Kernpaket besorgte ebenfalls ein Roboter. Der Roboter hob anschließend das Paket vor eine Kameravorrichtung, die die Schattenlängen an dem Kerngebilde maß und kleinste Abweichungen feststellte. Falls eine Abweichung vorlag, erschien ein rotes Signal, der Roboter schleuste das Paket dann selbsttätig aus. Diese Tätigkeit war bis vor Kurzem noch manuell verrichtet worden.

Im Anschluss wurden die Kernpakete per Roboter an die sogenannte Rundtischanlage weitergereicht. Es gab sieben solcher Rundtischanlagen, die jeweils spezialisiert auf einen bestimmten Motorentyp waren. Auf einem Rundtisch konnten in einem Gießdurchgang zwölf Gussteile hergestellt werden.

Die betrachtete Anlage befand sich in einem mit durchsichtigen Plastikwänden eingehausten Bereich, in dem jeweils zwei Roboter tätig waren. Früher musste der Gießer das 15 kg schwere Kernpaket am gestreckten Arm in die noch heiße Kokille einlegen, ohne es zu beschädigen. Nun legte ein Roboter es in die Kokille – ein kritischer Vorgang, für den die Roboter mit Sensoren (Drucksensor, Lasersensor) und Kamera ausgestattet wurden.

Ein zweiter Roboter in der Anlage schöpfte mit einer Kelle die über 700 Grad heiße Aluminiumschmelze aus dem Schmelzbehälter und füllte sie in die Kokillenform. Der Prozess wurde von einem Schmelzer überwacht, der zugleich noch für eine weitere Anlage zuständig war. Periodisch wurden zur Überprüfung der Schmelzzusammensetzung Stichproben genommen, die im Labor der Gießerei per Spektralanalyse untersucht wurden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Das „Putzen" der Rohteile, nachdem diese den Abkühlungsprozess durchlaufen hatten, wurde ebenfalls von Robotern durchgeführt. Sie reinigten die Gussteile zunächst mithilfe von Sandstrahlern, im Anschluss sägten sie überstehende Zacken und Grate ab, frästen grob die Stirnseite und bohrten einige Aufnahmepunkte.

Danach bewegte sich das Gussteil per Rollenförderer an eine Prüfstation. Ausschussteile wurden automatisch ausgesteuert und zu einer Station befördert, an der die Fehlerursachen mittels Lasertechnik ermittelt werden. Die fehlerfreien Teile wurden im Anschluss in den Versandbereich, wo sie abschließend kontrolliert wurden. Jeder kontrollierte Zylinderkopf erhielt einen Stempel mit einem DMC-Code[142], aus dem sich seine Herkunft und damit die Rückverfolgbarkeit im Falle von Reklamationen ergab.

Im Bereich der Rundtische, dem Herzstück der Gießerei, liege der Automatisierungsgrad, so erklärte der Produktionsleiter im abschließenden Gespräch, teilweise bereits bei 95 %. Hier werde er aber in Zukunft eher zurückgehen. Diese Rundtische seien auf maximale Volumenproduktion ausgelegt und zu unflexibel. Für die Zukunft müsse man sich auf kleinere Volumina und kürzere Zykluszeiten bei den Motoren einrichten. In anderen Bereichen wurde demgegenüber durchaus noch Potenzial für weitere Automatisierung gesehen. Ein Beispiel seien zwei Arbeiter, die die Kokillen mit Druckluft reinigten, bevor sie neu befüllt werden; diese Tätigkeit könnten eigentlich auch Roboter ausführen. Allerdings stelle sich hier, so der Produktionsleiter, die Sinnfrage: Das Erkennen und rasche Beseitigen der Verunreinigungen sei für Roboter eine schwierigere Aufgabe als für Menschen, und die Wirtschaftlichkeit erscheine fragwürdig. Das gelte auch für die anderen noch übrig gebliebenen Arbeiten– jede an einem Arbeitsplatz mit eigenen Anforderungen, d.h. viele Programmierer wären erforderlich, um die Arbeiter dort „einzusparen". Insgesamt waren im Werk etwas mehr als 100 Industrieroboter im Einsatz.

Der nächste große Sprung werde die Automatisierung der Herstellung der Kerne durch 3D-Druck mit Kernprintmaschinen sein, die allerdings gegenüber heute sehr viel schneller werden müssten. Bis man die Rundtische mit Kernen aus den 3D-Druckern versorgen könne, werde es wohl noch acht bis zehn Jahre dauern. Die Drucker müssten kleiner und mobiler werden. Der übernächste Sprung sei dann das Drucken der Aluminiumteile

142 Der DataMatrix-Code (DMC) ist ein nach ISO-Norm standardisierter 2D-Barcode zur Teilekennzeichnung.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

selbst, also ohne den Umweg über die oben beschriebenen Prozesse des Formens, Gießens und Putzens der Teile.

Für die gesamte oben beschriebene Prozesskette der Fertigung der Gussform des Zylinderkopfes wurden pro Schicht etwa 50 Arbeiter benötigt. Diese verteilten sich über einen großen Bereich, in dem sie einzeln oder in kleinen Gruppen arbeiteten. Schon der Blick in die Hallen zeigt, dass die Zeit der Massenarbeiter (mit einer Gießerei wie im Werk River Rouge mit mehr als 10.000 Beschäftigten) vorüber war.

Insgesamt ergab sich in der untersuchten Gießerei eher das Bild einer Highech-Produktion mit flexibler Technik unter Nutzung bereits vieler Industrie-4.0-Techniken (hierzu näher im 10. Kapitel). Technisch erschien die Vollautomatisierung der Produktion möglich, die Alternativtechnik des 3D-Drucks würde zu diesem Zweck nicht benötigt, ihre besonderen Vorzüge lägen für das Unternehmen darin, dass sie die Herstellung von Formwerkzeugen erübrigen. Damit ginge ein wichtiges Tätigkeitsfeld für Werkzeugkonstrukteure und Werkzeugmacher verloren.

9.4.2 Mechanische Fertigung und Motorenmontage

Diese Untersuchung wurde ebenfalls 2019 durchgeführt. Die Darstellung konzentriert sich wie oben in der Gießerei auf einen Dieselmotor. Für diesen Typ gab es zum Untersuchungszeitpunkt acht verschiedene Zylinderkopfvarianten.

Eine wichtige Maßnahme, die die gesamte Motorenfertigung des Unternehmens betraf, war die Definition einheitlicher Aufnahmepunkte für alle im Werk (und konzernweit) gefertigten Zylinderköpfe und die Einführung der sog. Nullpunktspanner. Hierbei handelte es sich um eine relativ unspektakuläre mechanische Vorrichtung zum Aufspannen und Abspannen der Rohteile an den jeweiligen Bearbeitungsstationen. Sie diente der Vereinfachung und Beschleunigung des „Einrichtens“ – einer früher zumeist von Facharbeitern verrichteten Tätigkeit– und förderte die Flexibilität. Auf diese Weise konnte schnell zwischen Varianten gewechselt werden, theoretisch sei, so die Aussage des Leiters des Produktionsbereichs, auch eine wirtschaftliche Fertigung von „Losgröße 1 möglich“.

Gehen wir kurz die Fertigungslinie des ausgewählten Motorentyps entlang. Die Gesamtlinie war U-förmig angelegt und etwa 100 m lang. In Station 1 erfolgte zunächst das Einlesen des DMC-Codes. Dieser spielte bei der Steuerung des weiteren Ablaufs eine zentrale Rolle. Der erste Code war

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

vor der Auslieferung schon von der Gießerei gesetzt worden. Am Beginn der mechanischen Fertigung wurde er per Kamera ausgelesen, eine weitere DMC-Kennung gesetzt und das entsprechende Fertigungsprogramm vom Server eingelesen.

Im Anschluss wurde das Gussteil auf einer Transportplatte positioniert. Es folgten erste Fräsoperationen zum Setzen der Indexpunkte für den Nullpunktspanner. Nach Abschluss der Bearbeitungsfolge gab die Maschine das „iO"- (in Ordnung-)Signal, und das Gussteil wurde automatisch weitertransportiert. So verlief es im weiteren Ablauf auch in den anderen Bearbeitungsstationen. An der jeweils folgenden Station erhielt die entsprechende Maschine das Signal und nahm die Bearbeitung entsprechend dem vom Server bereitgestellten Programm vor.

In Station 2 übernahm ein Roboter die Spannvorrichtung und verschraubte sie drehmoment-kontrolliert. Ab hier wurde die Bearbeitung in Bearbeitungszellen (BAZ) durchgeführt. Insgesamt gab es acht Stationen für mechanische Bearbeitungen mit teilweise mehreren parallelen Bearbeitungszellen.

Im Vergleich zu den Einzweckmaschinen der frühen Ford-Werke, wie in Kapitel 3 und 4 dargestellt, war die überwiegende Zahl der Maschinen nur mit wenigen Spindeln ausgerüstet. Der Fokus lag nicht auf der maximalen Leistungsfähigkeit der Maschinen, sondern auf ihrer raschen Umrüstbarkeit. Die BAZ waren in durchsichtige Plastikscheiben eingekapselt, in der Zelle befand sich oft zusätzlich ein Roboter für Handhabungstätigkeiten.

Die Bearbeitungsverläufe wurden vom Fertigungsprogramm werkstückindividuell über zentrale Rechner gesteuert. Eine zentrale Maschinendatenerfassung (MDE) ermittelte Kennzahlen und diente der weiteren Prozessoptimierung. An den Maschinen war eine Vielzahl von Sensoren und Aktoren im Einsatz, die Parameter wie Temperatur, Schwingungen, Beschleunigungen, Druck, Energie/Stromaufnahme u.a. erfassten. Ziel war, die Daten als Grundlage für die Planung der Instandhaltung und für Fehleranalysen zu nutzen. Ein neues System, das dazu dienen sollte, in einer hundertprozentigen Vernetzung sämtliche Maschinenzustände sowie die Störfälle zu erfassen, wurde gerade erprobt. Ein großer Monitor, der in einer Besprechungszone auf dem Shopfloor positioniert wurde, ermöglichte es, die Zustandsbilder und Auswertungsbefunde des Systems unmittelbar vor Ort zu besprechen.

An vielen Stellen an der Linie wurden Prüf- und Messtätigkeiten durchgeführt – teils von Robotern, teils von Menschen. Der Aufwand für Qualitätsprüfungen und für die Dokumentation der Ergebnisse hatte wesentlich

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

an Bedeutung zugenommen. Die Ursache dafür war die Anforderung der Rückverfolgbarkeit von Beanstandungsfällen. Teilweise wurden dafür Kameras eingesetzt.

Der Automationsgrad an den neuen Linien in der mechanischen Fertigung betrug 85 bis 90 %. Theoretisch würden, so die Aussage des Fertigungsleiters, die Linien vollautomatisch laufen – mit Ausnahme der Endkontrolle. Hier befand sich aber bereits ein Kamerasystem in der Erprobung, mit dem in Zukunft ein Teil der Tätigkeiten, die bisher von Arbeitern ausgeübt wurden, automatisiert werden konnte. Pro Schicht arbeiteten an einer Linie sieben Arbeiter. Die Fertigungszeit für die Herstellung eines Zylinderkopfs lag bei fünf bis sechs Minuten.

Im Anschluss an die mechanische Fertigung wurde der Zylinderkopf in den Bereich der Motorenmontage befördert, wo er zusammen mit den anderen Motorteilen zu einem Motor zusammengebaut wurde. Dieser Bereich war wie ebenso wie die Halle 54 in den 1980er Jahren ein zentrales Projekt der Montageautomatisierung gewesen (Eckardt 2010). Der Automatisierungsgrad war auf 60 % erhöht worden. Inzwischen waren aber die Flexibilitätsanforderungen weiter angestiegen, vom Referenzmotor gab es 16 bis 18 Varianten; der Automatisierungsgrad war dadurch gesunken und betrug nun 55 %. Auf den Arbeitsablauf in der Motorenmontage soll hier nicht mehr weiter eingegangen werden.

Insgesamt waren bei der Herstellung des Referenzmotors zum Untersuchungszeitpunkt etwas über 600 Arbeiter beschäftigt. Erwähnenswert ist, dass die operative Instandhaltung weitgehend den Direkten an den Fertigungslinien oblag. Für umfassendere Instandhaltungsaufgaben gab es organisatorisch einen eigenständigen Bereich, der mit Stützpunkten in den Fertigungsbereichen vertreten war. Die Anreicherung der Produktionsarbeit hatte dazu geführt, dass auch im Bereich der Montagearbeit Entgelte auf Facharbeiterniveau gezahlt wurden. (Vgl. Eckardt 2010)

Die Gesamtzeit, um einen Motor herzustellen, betrug bei dem Referenzmotor 115 Minuten, davon entfielen rund 60 Minuten auf die Teilefertigung und 55 Minuten auf die Montage. Im Werk Highland Park Werk waren laut Abernathy (1978) 23 Arbeitsstunden je Motor (=1380 Minuten) je Motor benötigt, also um das Zwölffache mehr.

Aber diese Entwicklung hatte nun ihren Endpunkt erreicht. Das Aus für den Verbrennungsmotor und die Umstellung des Werks auf neue Tätigkeitsfelder war zum Zeitpunkt des Besuchs bereits beschlossene Sache. Die erreichte Fertigungszeit von weniger als zwei Stunden für die Herstellung

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

eines kompletten Motors bildete damit den Abschluss eines mehr als ein Jahrhundert dauernden Bemühens um die Steigerung der Produktivität.

Setzen wir nun den Gang fort mit den Gewerken zur Fahrzeugfertigstellung, beginnend mit dem Presswerk.

9.4.3 Presswerk

Das Presswerk hat in dem betrachteten Zeitraum an Bedeutung gewonnen. Die gestiegenen Präzisionsanforderungen des Karosseriebaus und der Fahrzeugmontage erhöhten die Anforderungen an die Maßhaltigkeit der Teile. Der Karosseriebau drängte darüber hinaus auf die Fertigung von Großteilen, um damit die Einsparung von Arbeitsgängen in seinem Bereich zu ermöglichen. Weitere Anforderungen ergaben sich aufgrund von sicherheits- und umweltbezogenen Vorgaben.

Das Ziel der Erhöhung des Automatisierungsgrades in der Produktion spielte demgegenüber eine immer geringere Rolle. Bis etwa 1990 war dies noch anders gewesen. Bis dahin war der Transport der Blechteile (Platinen) zwischen den Pressen ein wichtiges Thema. Die Tätigkeiten des Einlegens und Entnehmens an den Pressen und der Zwischentransporte bedeuteten schwere Arbeit. Die Weiterbeförderung der Platinen zwischen den Pressen erfolgte bis 1955 noch manuell, die Pressteile wurden, wie in Kapitel 7 beschrieben, per Hand in die Pressen eingelegt und nach der Operation wieder per Hand herausgenommen.

Aufgrund der gestiegenen Anforderungen an die Karosserie wurden mit dem Modellwechsel 1991 erstmals maßgeschneiderte Platinen (Tailored Blancs) eingesetzt.[143] Damit bestand die Möglichkeit, Bleche herzustellen, die auf einer Platine eine unterschiedliche Dicke und Güte aufwiesen. Die Produktion von Tailored Blancs verlangte leistungsstärkere Anlagen mit höheren Ziehstärken. Leistungsstärkere Anlagen waren auch im Hinblick auf das Bestreben erforderlich, größere Teile – z.B. komplette Seitenteile, Dachteile und Motorhauben – in einem Arbeitsgang herzustellen, anstatt sie danach aus einer Vielzahl von Blechteilen in mehreren Schritten zusammenzuschweißen. Mit Blick auf die neuen Anforderungen wurden 1990

143 Später kamen weitere Varianten hinzu wie Tailored Patches (Verstärkungsbleche werden auf die Platinen gefügt und im Verbund umgeformt) und ab 2007 das Tailored Tempering (gezielte Erwärmung), dies ermöglichte unterschiedliche Festigkeiten in einer Platine, erforderte aber den zusätzlichen Prozess des Formhärtens).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

mehrere „Großteil-Stufenpressen“ beschafft, jede von ihnen stellte große Karosserieteile (Seitenteile, Motorhauben, Dach, Türen u.a.) her und ersetzte damit mehrere herkömmliche Pressenstraßen. Der Bearbeitungsvorgang bestand jeweils aus mehreren Schritten.[144]

Mit Blick auf die Problematik der Umrüstzeiten waren die neuen Pressen auf einen schnellen Werkzeugwechsel hin konstruiert worden. An den bisherigen Pressen wurden für den Werkzeugwechsel in den herkömmlichen Pressenstraßen bis zu vier Stunden benötigt. Um den Produktionsausfall, der daraus resultierte, gering zu halten, wurde daher nur alle drei bis fünf Tage ein Werkzeugwechsel durchgeführt. An den neuen Pressen betrug die Umrüstdauer 5,5 Minuten – einschließlich der Zeitspanne für das Leerfahren der Pressen und das Wiederanfahren nach dem Wechsel. Möglich war diese kurze Wechselzeit dadurch, dass sämtliche Werkzeuge aller (bis zu acht) Bearbeitungsstufen noch während des Pressens der bisherigen Teile auf Werkzeugwagen neben der Presse vorbereitet wurden. Der eigentliche Wechsel erfolgte dann per Knopfdruck, dann fuhren die Werkzeugwagen mit dem neuen Werkzeugsatz gleichzeitig in die Presse hinein, die zuvor verwendeten Werkzeuge wurden gleichzeitig auf der anderen Seite herausgefahren (Automobil Produktion 1991a: 54).

Im Zeitraum 2003 bis 2007 wurden weitere Veränderungen an der Presswerktechnik vorgenommen. Die Ursache waren zum einen Anforderungen des Fahrzeugleichtbaus, zum anderen die weiter ansteigenden Präzisionsanforderungen des Karosseriebaus. Für den Leichtbau mit Stahl wurde mit der Warmumformung ein neuer Prozess in das Presswerk eingeführt. Vor der entsprechenden Pressanlage wurden zwei Rollenherdöfen aufgebaut. Diese erhitzten die Blechplatinen innerhalb von Sekunden auf 900° C. Im Anschluss wurden sie in der Presse umgeformt und gleich danach wieder heruntergekühlt. Die Vorteile bestanden in der dadurch ermöglichten Verringerung der Blechstärke und der damit verbundenen Gewichtseinsparung sowie in der Beschleunigung des Pressvorgangs und der Einsparung von Werkzeugkosten. Die Warmumformung erübrigte auch das Verzinken der Blechteile, was wiederum den Einsatz anderer Fertigungstechniken im Karosseriebau ermöglichte.

Von den Großteil-Stufenpressen mit angelagerten Anlagen zur Temperaturbehandlung ging die Entwicklung zu noch weitergehenden integrierten

144 Die Außenhaut einer Tür beispielsweise entsteht in sechs aufeinanderfolgenden Schritten: Im ersten wird das Blech in Form gezogen, in fünf weiteren erhält es Kanten, Löcher und Stege (Volkswagen Besucherdienste 2012: 2.9).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Fertigungsanlagen, die auch die Zuführung der Platinen und vorbereitende Tätigkeiten wie das Reinigen und Befetten der Bleche umfassten.

Ergänzt wurde diese Entwicklung durch automatische Prüfeinrichtungen. Bezogen auf die ansteigenden Präzisionsanforderungen des Karosseriebaus wurde ein interferometrisches Messverfahren eingeführt, das der Überprüfung von Außenhautteilen auf Oberflächenfehler (wie Beulen, Dellen und Pickel) diente und die Lage und Größe von Oberflächenfehlern mit hoher Genauigkeit feststellte. Es wurde auch für die Überprüfung der Presswerkzeuge verwendet. Darüber hinaus standen für die Qualitätssicherung im Presswerk Koordinatenmessmaschinen zur Verfügung, mit denen die Einhaltung der Funktions- und Anschlussmaße laufend überprüft wurde.

Um die reibungslose Materialversorgung der Pressen sicherzustellen und zur Rückverfolgung von Fehlern wurde zunehmend auch die RFID-Technik[145] eingesetzt. So wurden die einzelnen Paletten mit den Stahlblechrollen (Coils) mit einem RFID-Datenträger (Transponder) bestückt. Damit war die Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Pressteils hin zum entsprechenden Coil und damit dem Stahlhersteller, der es hergestellt hat, gewährleistet. In einem Schwesterwerk wurde der RFID-Einsatz noch verfeinert. Hier erhielt jede einzelne Coil-Windung, d.h. jede einzelne Blechplatine, die daraus gestanzt wurde, eine RFID-Adresse. Innerhalb der Pressen wurden Kameras installiert, um Rissbildungen u.a. frühzeitig festzustellen, woraufhin auch der Stahlhersteller sofort verständigt wurde.

Die höheren Pressgeschwindigkeiten, die verkürzten Umrüstzeiten und der Einsatz von Mehrfachwerkzeugen ermöglichten eine Verringerung der Zahl der Pressenstraßen, wodurch aber auch die Abhängigkeit von den verbliebenen Anlagen erhöht wurde. Fragen der Verfügbarkeit der Anlagen gewannen eine noch höhere Bedeutung. Um Schäden frühzeitig erkennen und die Instandhaltung jeder Maschine planen zu können, wurden Zustand und Wartungsbedarf der Pressenlinien durch ein „Condition-Monitoring-System“ überwacht.

Schauen wir zum Abschluss dieses Durchganges auf eine der zuletzt beschriebenen Großteilpressen (vgl. Automobil Produktion 2010). Hierbei handelt es sich um eine vollkommen eingehauste Universalanlage, die 2010 in Betrieb ging. Sie fertigt täglich Teile unterschiedlicher Art – Dächer, Seiten-

145 RFID (Radio-Frequency Identification) bezeichnet eine Technologie für Sender-Empfänger-Systeme zum automatischen und berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren von Objekten und Lebewesen mithilfe elektromagnetischer Wellen. Die ersten RFID-Anwendungen wurden Ende des Zweiten Weltkriegs im Luftkrieg zwischen Großbritannien und Deutschland eingesetzt (vgl. Köster 2006).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

teile, Türen – für verschiedene Werke des Unternehmens. Die Anlage ist 80 m lang, 20 m breit, 11 m hoch. Bis zu 64 Teile können in einer Minute abgepresst werden. Das Einlegen der Platinen erfolgt durch Roboter. Eine optische Zentriereinrichtung ermittelt per Kamera die exakte Position der Platinen auf dem Band und gibt diese Information an die Roboter weiter. Nach der Positionierung übernimmt ein erster Feeder (früher als „Greifer" bezeichnet) die Platine und legt sie in das Werkzeug der ersten Pressstufe der insgesamt sechsstufigen Pressanlage. Im anschließenden Verlauf transportieren Feeder die Bauteile von Pressstufe zu Pressstufe. Anlagenbediener kontrollieren den Prozess von einem Leitstand aus. Nach dem letzten Pressvorgang legt ein Feeder die Bauteile auf einem „Shuttle" ab, der sie weiterbefördert; zwei Roboter legen sie dann auf Transportbändern ab. Dort prüfen Presswerker die Teile und verstauen sie entweder im Lagerregal oder führen sie direkt in den Karosseriebau weiter. Dieser Arbeitsgang war die letzte manuelle Tätigkeit an den Pressanlagen. Ein Werkzeugwechsel erfolgt, nachdem die Vorbereitungen dafür während der laufenden Produktion getroffen wurden, automatisch und dauert insgesamt fünf bis acht Minuten.

Die Darstellung macht deutlich, wie stark sich die Arbeitswelt im Presswerk in dem betrachteten Zeitraum verändert hat. Dem Wandel im Presswerk lag eine Vielzahl von Faktoren zugrunde: neue Produktkonzepte, neue Materialien, neue Organisationkonzepte bspw. beim Werkzeugwechsel, neue Prozesstechniken, Messtechniken und andere. Bei der Automatisierung ging es kaum noch um Tätigkeiten der direkten Produktion, sondern immer stärker um Tätigkeiten der Überwachung der Maschinen und Anlagen.

Tabelle 14 zeigt die Veränderungen im Automatisierungsgrad und der Beschäftigtenzahl für die Zeitpunkte der Modellwechsel in dem Betrachtungszeitraum.

*Tabelle 14: Kenngrößen zum Wandel im Presswerk im Werk Wolfsburg (1975 bis 1997)**

	1975	**1985**	**1991**	**1997**
Automatisierungsgrad	80 %	85 %	95 %	95 %
Beschäftigte	3.400	3.800	3.000	1.645

* Die Angaben stammen aus unterschiedlichen Quellen, Grundlage sind Veröffentlichungen von Managern bzw. auf Informationen des Unternehmens beruhende Artikel in der Zeitschrift Automobil Produktion. Für die Modellwechsel danach gibt es keine Angaben über den Automatisierungsgrad.

Quelle: Granel (1985: 17); Automobil Produktion (1991a: 56; 1997b: 70)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der Automatisierungsgrad lag 1990 bereits bei 95% und wird sich bis zum Ende des Betrachtungszeitraum dieses Buches, legt man die Darstellung über die Entwicklung der anschließenden Jahrzehnte zugrunde, noch erhöht haben.

Die Beschäftigtenzahl im Presswerk sank um knapp die Hälfte trotz gesteigertem Produktionsvolumen (gemessen am Materialverbrauch), allerdings liegen keine Angaben über die Veränderung der Fertigungstiefe vor. In jedem Falle ist die Beschäftigtenzahl im Betrachtungszeitraum stark zusammengeschmolzen, sodass Ende der 1990er pro Schicht nur noch wenige hundert Arbeiter im Presswerk tätig waren.

Manuelle Tätigkeiten gab es kaum noch, die Mehrzahl waren Vor- und Nachbereitungstätigkeiten für die Werkzeugwechsel, Überwachungs- und Reparaturtätigkeiten sowie Qualitätssicherungs- und Transporttätigkeiten.

Das Presswerk schien damit am Ende der Untersuchungsperiode an einem Punkt angelangt, an dem der bisher beschritten Weg zu immer integrierteren Großanlagen an einen Endpunkt angekommen schien. Ein weiterer Automatisierungsschritt erschien kaum noch möglich. In dieser Situation tritt mit dem Aluminiumdruckgussverfahren eine andere Technologie auf den Plan, die mit einem Schlag einen großen Teil der Presswerkanlagen und -werkzeuge obsolet machen kann. Diese disruptive Technologie wird bei Tesla Motors bereits unter der Bezeichnung „Gigacasting“ eingesetzt (näher dazu in Kapitel 10).

9.4.4 Karosseriebau

Dem Umformen der Blechteile im Presswerk folgt im Karosseriebau das Zusammenfügen der Bleche. Der Karosseriebau bestand weiterhin aus den drei Prozessabschnitten des Unterzusammenbaus, dem Karosserieaufbau (Kastenrohbau) und der Oberflächenbearbeitung im Finish-Bereich.

Die zunehmende Variantenvielfalt in Verbindung mit produktbezogenen Anforderungen an Sicherheit und Kraftstoffverbrauch war im Betrachtungszeitraum weiterhin ein wichtiger Anstoßgeber für den Einsatz neuer Techniken.

Die Veränderungen wurden zumeist im Zusammenhang mit den Modellwechseln des Golf durchgeführt, deren Abfolge die weitere Darstellung in diesem Abschnitt strukturiert.

Modellwechsel 1991: Mit der Zahl der Modellvarianten hatte die Zahl der Anlagen im Rohbau weiter zugenommen (zum Folgenden: Automobil Pro-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

duktion 1991b). Die daraus resultierende Komplexität der Ablaufstruktur im Karosseriebau wird aus den folgenden Zahlen deutlich: So gab es für die Produktion der Pressteile insgesamt 436 Schweißstraßen, davon 74 Großstraßen und 125 Rundtische. Die Maßnahmen zielten nun darauf, diese kaum noch übersehbare Struktur von Anlagen und Prozessen zu vereinfachen. Einen Großteil der Komplexität resultierte aus der Verschweißung der Vielzahl von Kleinblechteilen zu den sog. Unterzusammenbauten. Diese wurden im Anschluss in ein neu errichtetes „Technisches Zentrum" transportiert, wo sie zu größeren Strukturen zusammengefügt und anschließend verschweißt wurden. Ohne Zweifel hat die Montageorganisation der Halle 54 bei dieser Auslegung Pate gestanden. Die Schweißoperationen wurden durch Vielpunktanlagen auf Transferstraßen bewerkstelligt; das Anreichen und Einlegen der Teile führten Roboter durch. In dem Technischen Zentrum war bei laufender Produktion kein Arbeiter mehr tätig.

Als weitere Neuigkeit wurde eine neue flexible Fertigungslinie eingerichtet (ähnlich wie in der zweiten Phase der Halle 54, wie in Kapitel 8 beschrieben), die nun auch im Rohbau zum Abfangen der Fertigungszeitspreizungen dienen sollte. Diese Linie lief durchgängig vom Karosseriebau bis zur Montage. Der Anteil automatisierter Tätigkeiten wurde hier bewusst niedriger gehalten, und es wurden vermehrt Roboter eingesetzt. So wurden die Karosserieteile im Kastenrohbau von Spannrobotern an der geometrisch exakten Position gehalten, während andere Roboter die Schweißpunkte setzten. Für das anschließende Ausschweißen durchkurvten die FTS mit den Karossen den 1981 für den Bau des Kleinwagens (Polo) eingerichteten flexiblen Kurs, wo jeweils drei bis vier Roboter in Fertigungsboxen die Karosserien auspunkteten.

Modellwechsel 1997: Hier orientierte man sich nun stärker am Leitbild der Lean Production (vgl. zum Folgenden: Automobilproduktion 1997c; 1997d). Anstelle der bisherigen Ablaufstruktur, in der die Fahrzeuge (außer denen auf der flexiblen Linie) das Technische Zentrum durchliefen, wurden drei parallele Linien („Segmente") mit einer Kapazität von jeweils 1.000 Karosserien pro Tag eingerichtet. Durch die Segmentierung wurde das System der bewusst unterschiedlich gehaltenen Linienstruktur, um dem Problem der Fertigungsspreizung zu begegnen, zugunsten einer Parallelfertigung aufgegeben. Die flexible Linie und das Technische Zentrum wurden aufgelöst. Der neue Karosseriebau wies nun eine durchgängige Linienstruktur auf. In liniennahen Nebenarmen wurden Komponenten und Untergruppen vorgefertigt, die in den Hauptstrom einmünden. Die Taktzeit betrug einheitlich eine Minute.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

An jeder der drei parallelen Linien standen 450 Roboter, zusammen 1.350 Roboter, der Automatisierungsgrad betrug insgesamt 96 %. Der Anstieg der Anzahl der Roboter war damit vor allem der neuen Linienstruktur, d.h. einer organisatorischen Maßnahme, geschuldet.

Modellwechsel 2003: Die 1997 eingeführte Segmentierungsstruktur erwies sich als recht kurzlebig (vgl. zum Folgenden: Automobil Produktion 2003a). Mit dem Modellwechsel 2003 wurde schon wieder ein neuer Weg beschritten. Noch einmal wurde der Ablauf im Karosseriebau neu strukturiert. Die bisher eigenständigen drei Karosserielinien mussten einem neu errichteten „großen" Karosserierohbau weichen, wo nun im Bereich des Kastenrohbaus in einer hausgroßen, komplett eingekapselten Laserstation alle vorgefertigten Baugruppen zusammengeschweißt wurden. Die Anlagenführer konnten den Schweißprozess im Inneren dieser Station nur noch über Monitore beobachten.

Die Ursache für den Wechsel im Schweißverfahren waren gestiegene Qualitätsanforderungen. Ein zentrales Ziel des neuen Rohbaus war die Minimierung der Fugen zwischen den Karosserieteilen (Spaltmaße). Das vorher dominierende Punktschweißen wurde durch die Lasertechnik zum großen Teil verdrängt.[146] Ein Vorteil der Lasertechnik waren die sehr schnelleren Prozesszeiten beim Laserschweißen im Vergleich zu den punktschweißenden Robotern. Die Roboter schienen, wie die Zeitschrift *Automobil Produktion* (2003a: 36 feststellte, „beinahe zur bedrohten Minderheit" zu werden.

Der Modellwechsel 2008 war mit vergleichsweise wenigen Veränderungen verbunden und wird hier nicht weiter behandelt.

Modellwechsel 2012: Nun wurde der Karosseriebau unter Verwendung des Modularen Produktionsbaukastens erneut umgestaltet. Eine zentrale technische Neuerung waren die „Framer". Hierbei handelte es sich um Anlagen, die der genauen Fixierung von Karosseriebaugruppen, bevor sie miteinander verschweißt werden, dienten. (Vgl. zum Folgenden Waltl/Wildemann 2014) Die Framer ermöglichten eine höhere Präzision im Zusam-

146 So wurde die Anzahl der Schweißpunkte an der Karosserie von 1997 4.600 auf 2003 rund 3.100 reduziert, demgegenüber stieg die Nahtlänge beim Laserschweißen von rund 1,5m auf 70m und durch Kleben 10m auf 14m an. Vgl. Automobil Produktion (1997c: 80; 2003a: 36))

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

menbau der Fahrzeuge und eine höhere Flexibilität für die Produktion unterschiedlicher Fahrzeugmodelle und -varianten.[147]

Die Framer bestanden jeweils aus universell einsetzbaren Grundmodulen und fahrzeugspezifischen Modulen (ebd.: 222); sie traten an die Stelle der roboterisierten Geometriestationen.

Die zentralen Framerstationen im Rohbau waren der Unterbauframer für den Zusammenbau des Fahrzeugunterbodens, die beiden Seitenteilframer und die sog. Dachglocke. Die Dachglocke, der hier exemplarisch etwas genauer angeschaut werden soll, diente zur Fixierung des Fahrzeugdaches und zur exakten Positionierung beim fugenlosen Zusammenfügen des Daches mit der Karosse, das durch Laserlöten erfolgte. Auch hier wurde ein standardisiertes Aufnahmesystem verwendet, während die Dachaufnahmekomponenten fahrzeug- und dachspezifisch waren. (Vgl. ebd.: 227f) Auf diese Weise konnten unterschiedliche Dachvarianten (Volldächer, Schiebedächer oder Dächer mit Panoramaglasdach) innerhalb der gleichen Taktzeit hergestellt werden. In der Vergangenheit gab es hier große Fertigungszeitspreizungen und komplizierte Dacharbeiten waren Kandidaten für die Fertigung an Sonderstationen.

Die Technik ermöglichte es, bis zu vier unterschiedliche Karosserievarianten ohne Taktverluste auf einer Aufbaulinie zu fertigen. Bis dahin war eine schnelle Umrüstung auf eine neue Modellvariante oder eine neue Fahrzeuggeneration nicht möglich gewesen. (vgl. ebd.: 222).

Mit dem Einsatz flexibel einsetzbarer Framer folgte man dem Weg, den, wie in Kap. 6 beschrieben, Toyota bereits in Anfang der 1980er Jahre mit der Flexible Body Line eingeschlagen hat (vgl. Krzywdzinski 2021).

Tabelle 15 zeigt die Entwicklung des Automatisierungsgrades, der Beschäftigtenzahl und weiterer Kennzahlen im Betrachtungszeitraum.

147 Diese Zusammenbaustationen größerer Baugruppen waren schon immer ein Zentrum von Automatisierungsmaßnahmen gewesen. Der Ausgangspunkt waren die in Kapitel 3 beschriebenen Aufbauböcke, die Ende der 50er Jahre abgelöst wurden durch Transferstrassen (bei VW die Vorder- und Hinterwagenkarussells). Im Anschluss gab es andere Ansätze, die aber alle weitgehend fahrzeugspezifisch ausgelegt waren, also inflexibel.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

*Tabelle 15: Kennzahlen zum Wandel im Karosseriebau im Werk Wolfsburg (1975 bis 2012)**

	1975	1985	1991	1997	2003	2012
Automatisierungsgrad	60 %	70 %	80 %	85 %	87 %	93 %
Kapazität (Karossen/Tag)	3.500	k.A.	4.000	3.000	2.700	3.850
Anzahl Roboter	ca. 20	k.A.	536	1.450	1.120	2.571
Beschäftigte	7.400	8.000	5.900	k.A.	k.A.	3.761

* Die Angaben stammen aus unterschiedlichen Quellen, Grundlage sind Veröffentlichungen von Managern bzw. vom Unternehmen autorisierte Artikel. Effekte von Outsourcing usw. wurden nicht berücksichtigt. Über den Modellwechsel 2008 gibt es keine Angaben. Die Angaben für 2012 beziehen sich nur auf den Bereich der Golf-Produktion (Fertigungsbereich 1).

Quelle: Granel (1985: 17); Automobil Produktion (1991b: 100; 1997a: 56, 78; 2003a: 36); Volkswagen Besucherdienste Standort Wolfsburg (2012: Abschnitt 3.2)

Die Tabelle überblickt einen Zeitraum von fast 40 Jahren. In den ersten Jahrzehnten stieg der Automatisierungsgrad pro Dekade um 10 Prozentpunkte an, in den 1990er Jahren kam es nur noch zu kleineren Zuwächsen.

Die Anzahl Beschäftigte sank ebenso wie im Presswerk zwischen 1975 und 2012 um die Hälfte ab. Das Ziel der Einsparung von Personal beim Einsatz neuer Techniken, wie die Darstellung gezeigt hat, war allerdings schon seit längerem in den Hintergrund getreten zugunsten einer Steigerung der Flexibilität und der werksübergreifenden Standardisierung.

Die Zahl der Industrieroboter hat sich zwischen 1991 und 2012 verfünffacht. Wenn man berücksichtigt, dass die Produktion im Betrachtungszeitraum dreischichtig arbeitete, standen sich schon ab 1997 Roboter und Mensch im Verhältnis 1:1 gegenüber. 2012 überstieg die Anzahl der Roboter die der Beschäftigten pro Schicht bereits um das Doppelte. Aber die Stellung der Industrieroboter war, wie oben beschrieben, selbst im Karosseriebau als ihrem „Home Turf" nicht unumstritten, es gab auch Rückschläge bei ihrer Verbreitung zugunsten anderer Schweißmaschinen und -anlagen.

Damit sind auch die Beschreibungen der Veränderungen im Karosseriebau abgeschlossen. Er war durch die Einführung von Ganzstahlkarosserien erst später als neues Gewerk hinzugekommen, entwickelte sich aber rasch zu einem der Kerngewerke des Automobilbaus. Nachdem die Fertigung der Teile für das Antriebssystem schon frühzeitig in einem erheblichen Maß automatisiert war, stand der Karosseriebau, wie in den vorigen Kapi-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

teln beschrieben, im Mittelpunkt der Automatisierungsbestrebungen der Automobilhersteller. Die charakteristischen „manuellen“ Schweißarbeiten mithilfe von Schweißgeräten, eine körperlich schwere Arbeit, die zugleich eine hohe Erfahrung und Geschicklichkeit erforderte, waren hier Anfang der 1990er schon weitgehend verschwunden.

Während andere Unternehmen bereits in großen Stil Industrieroboter einsetzten, hielt man bei VW, wie in diesem Kapitel deutlich wurde, noch länger an der fahrzeugspezifischen Fertigungsanlagen fest. Durch die Segmentierung der Produktion in einen Bereich mit geringeren Flexibilitätsanforderungen, in dem vor allem Einzweckanlagen eingesetzt wurden und einen mit hohen Flexibilitätsanforderungen, in dem vor allem Roboter eingesetzt werden, versuchte man sowohl weiterhin die Vorteile einer standardisierten Großserienproduktion als auch den Flexibilitätsanforderungen aufgrund der ansteigenden Zahl an Fahrzeugvarianten und Ausstattungsoptionen zu begegnen. Von diesem Weg rückte das Unternehmen in den 2000er Jahren ab.

Die Darstellung hat gezeigt, dass die Ersetzung der menschlichen Arbeitskraft kein wesentlicher Treiber von Veränderungen im Karosseriebau war. Die wichtigsten Triebkräfte waren Anforderungen an das Produkt (Qualität, Sicherheit u.a.) Rationalisierungsmaßnahmen (Flexibilisierung der Produktion, Vereinfachung der Ablaufstrukturen und andere. Das Motiv der Einsparung von Personal war nur noch von marginaler Bedeutung.

9.4.5 Lackiererei

Die Lackiererei war nicht in dem Maße wie der Karosseriebau und die Fahrzeugmontage von den Modellwechseln betroffen, grundlegende Umstrukturierungen erfolgten hier seltener. Treiber waren zuletzt mehr und mehr umweltbezogene Auflagen und Zielsetzungen. Eine größere Umstrukturierungen fand Anfang der 1990er statt. Der neue Ablauf soll im Folgenden kurz beschrieben werden.

Der Ablauf war geprägt von einem Wechsel von prozesstechnischen, manuellen und automatisierten Abläufen. Eine zentrale Rolle spielten dabei die zahlreichen Tauchbecken. Im Unternehmen war in den 1970er Jahren die anaphoretische Elektro-Tauchlackierung von Automobilkarossen entwickelt worden (vgl. Majohr 2018:15). Die Karossen wurden dabei eine kathodisch aufgeladenen Lackflüssigkeit getaucht, die die ganze Karosse – innen, außen und in allen Hohlräumen – ausfüllte. Die anschließenden Tä-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

tigkeiten des Beschichtens mit Unterbodenschutz, des Auftragens des Füllermaterials und der in der Regel vier Lackschichten wurden überwiegend von Robotern durchgeführt. Die Anzahl der in der Lackiererei eingesetzten Roboter (insgesamt 128) war höher als in der Montage. Bereits mit der Umstellung 1991 wurde ein Automatisierungsgrad von 80 % erreicht

Durch den massiven Einsatz von Lackierrobotern und Lackierautomaten entfielen hochqualifizierte Lackiertätigkeiten für die Innen- und Außenlackierung (vgl. Automobilproduktion 1991c). Die verstärkte Verwendung von Tauchbecken führte umgekehrt zur Zunahme der Tätigkeit der „Abdichter". Dies war eine neue Angelerntentätigkeit, die aufgrund des Einsatzes von Tauchbecken erforderlich geworden wurde. Ihre Aufgabe ist es, Löcher, die in der Karosseriestruktur gestanzt worden waren, um damit der Tauchflüssigkeit Zugang zu verschlossenen Hohlräumen zu verschaffen, durch Stopfen wieder zu verschließen. Weitere Tätigkeiten bestanden in Feinarbeiten bei der Lackierung, von Schleifarbeiten und der Qualitätskontrolle.

Tabelle 16 zeigt einige Kennzahlen zur Entwicklung der Lackierei Entwicklung im Betrachtungszeitraum in der Übersicht.

*Tabelle 16: Kennzahlen zum Wandel in der Lackiererei im Werk Wolfsburg (1975 bis 2012)**

	1975	**1985**	**1991**	**1997**	**2003**	**2012**
Automatisierungsgrad	30 %	50 %	80 %	80 %	55 %**	k.A.
Anzahl Roboter	k.A.	k.A.	131	k.A.	k.A.	232
Beschäftigte	3.400	5.400	4.430	k.A.	k.A.	1.900

* Die Angaben stammen aus unterschiedlichen Quellen, Grundlage sind Veröffentlichungen von Managern bzw. vom Unternehmen autorisierte Artikel. Effekte von Outsourcing usw. wurden nicht berücksichtigt. Über den Modellwechsel 2008 wurde in der Zeitschrift nicht berichtet.

** Die Ursachen für diesen Rückgang wurden in der Quelle nicht näher erläutert und konnten im Rahmen des vorliegenden Buches nicht untersucht werden.

Quellen: Granel (1985: 17); Automobil Produktion (1991d: 16, 1997a: 56; 2003: 38); Volkswagen Besucherdienste Standort Wolfsburg (2012: 4.3)

Der Automatisierungsgrad stieg von einem niedrigen Ausgangsniveau ab Mitte der 1970er Jahre an auf 80% in den 1990er Jahren; für den Modellwechsel 2003 wird in der Quelle ein Rückgang vermerkt, dessen Ursache nicht nähe erläutert wurden. Eigenen Recherchen zufolge liegt der Wert

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

am Ende des Betrachtungszeitraums über dem Stand der 90er Jahre. Die Anzahl der Roboter hatte sich verdoppelt. Die Lackiererei war damit nach dem Karosseriebau zum wichtigsten Einsatzbereich der Roboter geworden.

Die Anzahl der Beschäftigten war im Betrachtungszeitraum um knapp die Hälfte gesunken. Unter den übrig gebliebenen befanden sich immer noch eine größere Anzahl von Tätigkeiten, die wie das Abdichten und Schleiftätigkeiten, durch Qualitätsmängel verursacht wurden.

Im Hinblick auf die Realisierung durchgängiger Prozesse stellte die Lackiererei den größten Engpass dar. Die Karossen benötigten auch in den 2010er Jahren in den Lackierereien der Automobilhersteller acht bis zehn Stunden, um eine komplette Lackierstraße mit allen Reinigungsschritten, der Vorbehandlung, der Elektro-Tauchgrundierung und den üblicherweise zwei bis vier Lackierschritten für die Aufbringung des Decklackes, zu durchlaufen. (vgl. Majohr 2018:15) Hinzu kamen Verzögerungen, die sich aus Prozessstörungen und Bearbeitungsfehlern und dadurch bedingte Nacharbeiten ergaben. Die Höhe der Direktläuferquote, d.h. dass eine Karosserie die Lackiererei die Fertigungsabschnitte in der Lackiererei ohne Beanstandungen passierte und auf diese Weise die vorgeplante Reihenfolge der Fahrzeuge eingehalten wurde, war für das Produktionsmanagement ein großes Problem.

9.4.6 Fahrzeugmontage

Die Entwicklung hier war, wie in den anderen Gewerken auch, geprägt von der Überlagerung unterschiedlicher Gestaltungsvorstellungen und Ziele. Wie im Falle des Karosseriebaus folgt die Darstellung den Modellwechseln beim Golf.

Modellwechsel 1991: Das Grundkonzept der Halle 54 blieb bei diesem Wechsel im Wesentlichen bestehen. In der Halle 54 bildete das Technische Zentrum weiterhin den Knotenpunkt, den die zu zwei Linien verflochtenen Montagelinien durchliefen, um im Anschluss wieder zu vier Linien entflochten zu werden. Die wichtigsten Veränderungen, die mit dem Modellwechsel 1991 unternommen wurden, betrafen die fünfte Linie.

Im Vormontagebereich kamen vermehrt FTS zum Einsatz. In der Montage des Antriebsstranges beispielsweise transportierten sie die Komponenten – Triebsatz, Vorder- und Hinterachse sowie die Abgasanlage – in eine Reihe paralleler Montageboxen, in denen sie in Gruppenarbeit in halbstündigem Zyklus zusammengebaut wurden (vgl. Automobil Produktion 1991b: 104).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Als Teil der organisatorischen Umstrukturierungen wurde auch die Qualitätssicherung grundlegend neu strukturiert. Die Qualitätssicherung wurde weitgehend dezentralisiert, die meisten Arbeiter, die hier tätig waren, wurden dem direkten Bereich zugeordnet. Qualität wurde zur Aufgabe der Produktion. Aufgaben der verbleibenden Organisationseinheit der Qualitätssicherung waren nun Produkt- und Prozess-Audits in den Fertigungsbereichen und das Betreiben von Messräumen und Prüfzentren. Dies war eine der Maßnahmen, die zur Reduktion des Anteils der Indirekten in der Belegschaft führten.

Modellwechsel 1997: Mit dem Nachfolgemodell Golf 4 erfolgte aber dann 1997 ein grundlegender Wechsel, der in der Öffentlichkeit als Abkehr vom Konzept der Halle 54 gesehen wurde. Die *Wolfsburger Nachrichten* kommentierten damals:

> „Von der High-Tech-Halle ist nur noch ein Restposten erhalten geblieben. Der Mensch ist als Monteur stärker gefragt – Hand in Hand mit einem Robbi." (Raabe 1997: 28)

Der neue Ablauf orientierte sich nun an Lean Production Prinzipien (vgl. Automobil Produktion 1997d, 1997e). Wie im Karosseriebau wurden auch in der Montage drei Segmente mit einer Produktionskapazität von jeweils 1.000 Fahrzeugen pro Tag gebildet, sodass jeweils ein durchgehender Fertigungsflusses vom Rohbau über die Lackiererei zur Montage verlief. Die drei Linien waren für die Fertigung aller Varianten des Modells ausgestattet. Durch die Segmentierung wurde das Technische Zentrum in der Halle 54 aufgelöst und die entsprechenden Tätigkeiten in die Segmente integriert; auch die flexible Linie zum Auffangen von Fertigungszeitspreizungen wurde aufgelöst. Alle Linien wurden mit einer flexiblen Automatisierung ausgerüstet. Die Aufteilung in Bereiche mit einerseits rigider Transferstraßentechnik und andererseits flexiblen Arbeitsstrukturen (manuelle Arbeit oder Roboter) wurde beendet.

Dem Fokus auf Prozesse entsprach auch eine neue Strukturierung der Zuständigkeiten und Verantwortungsbereiche. Die drei Montagelinien wurden zu eigenen Cost Centern.

Dem japanischen Vorbild folgend wurde in vielen Bereichen Teamarbeit eingeführt. Die Materialbereitstellung am Arbeitsplatz erfolgte nach dem Prinzip, dass die Teile mit einem Schritt erreichbar sind, um „Verschwendung" zu vermeiden. Ziel war, die räumliche Dichte erhöhen, damit möglichst kurze „Regelkreise" für den Austausch von Informationen etwa über Qualitätsprobleme entstehen. Die Materialbereitstellungsorte für die Linien

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

wurden für einen standardisierten Ablauf gekennzeichnet. Um Fehler bei der Kommissionierung zu verhindern, wurde den Materialbereitstellern automatisch das Fach angezeigt, aus dem das jeweilige Teil entnommen werden musste (Automobil Produktion 1997e: 92).

Modellwechsel 2003: Auch im ersten 2000er Jahrzehnt hielt die Tendenz zur immer und höherwertigen Fahrzeugen und immer mehr Varianten und Optionen weiter an. Als Folge wuchs der Arbeitsumfang beim Golf, nach Aussagen des Produktionsvorstandes, gegenüber dem Vorgängermodell zwischen 15 und 18% an Umfängen, die Fertigungszeit gegenüber einem Basismodell eines Topmodells unterschied sich gegenüber einem Basismodell in der Montage um 70% (Vgl. Automobil Produktion 2003b). Die Anforderungen an eine höhere Flexibilität waren also noch größer geworden.

Aufgrund der schwachen Nachfrage wurde beschlossen, zunächst nur zwei der drei Golfmontagelinien einzurichten Der Zusammenbau des Triebwerks mit der Karosserie („Hochzeit") wurde vollständig automatisiert. Überwacht wurde der Prozess von einem Leitstand aus, der sich vor der Anlage befand. Durch Automatisierungsmaßnahmen, die durch die Auslagerung der Türenmontage vom Hauptband ermöglicht wurden und durch die Auflösung der flexiblen Linie stieg der Automatisierungsgrad in der Montage noch einmal an (auf 37 %).

Auch an den konventionellen Montagebändern wurden Veränderungen vorgenommen. Anstelle der bis dahin verwendeten Hängevorrichtungen (Vier-Arm-Gehänge) für den Transport der Karosserien wurden diese nun auf Hubtische gesetzt, auf denen sie jeweils auf die ergonomisch günstigste Montagehöhe hoch- oder heruntergefahren werden konnten. Die Hubtische befanden sich auf sogenannten Schubskid-Plattformen, auf denen die Montagearbeiter mitfuhren, während sie ihre Arbeit verrichteten. Die Plattformen waren der Reihenfolge der Karossen entsprechend aneinandergekoppelt, konnten aber auch aus dem Hauptband ausgeschleust werden.

Modellwechsel 2012: Die Konzepte des Modularen Produktionsbaukastens wurden nun auch in der Fahrzeugmontage eingesetzt.

Eine zentrale Rolle spielte dabei die Einführung eines modularen Fahrwerkrahmens, der für den Aufbau des Fahrwerks sowie des Antriebssystems genutzt wurde. Auch hier ging es um die Verbindung eines universell einsetzbaren Standardmoduls und fahrzeugspezifischer Module. In der Vergangenheit war der Fahrwerkrahmen ein fahrzeug- und standortspezifisch konstruiertes Teil, nun konnte es fahrzeug- und fabrikunspezifisch eingesetzt werden. Beispielsweise konnten in dem sowohl reine Verbrennungs-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

motoren als auch Gasantrieb, und Batterie-Elektroantriebe in nahezu allen Varianten montiert werden (vgl. Waltl/Wildemann 2014: 229).

In der Montage des neuen Golfs kamen 160 Industrieroboter zum Einsatz (Volkswagen Besucherdienste Standort Wolfsburg 2012: Abschnitt 5.3), der Fokus lag aber in dem vermehrten Einsatz von halbautomatisierten Handhabungsgeräten, den sog. Manipulatoren. Ein Beispiel war der Cockpitmanipulator. Bisher war er fahrzeugspezifisch konstruiert gewesen, jetzt konnte er für unterschiedliche Fahrzeugmodelle und-varianten verwendet werden. Die Cockpitmanipulatoren führten, wie Waltl/Wildemann feststellen, zu erheblichen Rationalisierungseffekten: die Anzahl der Einbaustationen (Takte) für das Cockpit wurde verringert und die Zeitspreizung auf Null reduziert. Insgesamt wurden in der Montage über 40 solcher Manipulatoren aus dem Modularen Produktionsbaukasten eingesetzt.

Ein noch weitergehender Ansatz, neue Techniken zur Unterstützung menschlicher Arbeit einzusetzen und nicht primär an die Ersetzung zu denken, wurde durch die Entwicklung von Leichtbaurobotern ermöglicht. Inzwischen war es aufgrund der Entwicklungen in der Sicherheitstechnik möglich, Leichtbauroboter in unmittelbare Nähe eines Menschen und ohne Schutzzone tätig werden zu lassen. In der Folge wurden eine Reihe von Pilotprojekten zur Erprobung von Ansätzen einer Mensch-Roboter -Kooperation (MRK) aufgelegt.

Aber die Sicherheitsanforderungen waren immer noch hoch und jeder einzelne Einsatzfall eines „Cobots", eines kollaborierenden Roboters, erforderte einen hohen Planungsaufwand. Tatsächlich verlief der Prozess der Verbreitung sehr langsam.

Ein anderer Ansatz, von dem man sich eine grundlegende Veränderung des Charakters der Montagearbeit versprach, war die sog. Matrixfertigung. Bei ihr würde die starre Linienstruktur in der Montage aufgelöst und die jeweiligen Fahrzeugvarianten auf FTS an eine für sie optimale Abfolge von Montagestationen gefahren werden, wo die entsprechenden Arbeitsumfänge in stationärer Fertigung und mit unterschiedlichen Zykluszeiten fertiggestellt werden können. Dieses System ähnelte an das Konzept der Montageinseln in den 1980er Jahren, bot durch neue Möglichkeiten der Prozesssteuerung und der FTS-Technik aber viel größere Planungs- und Gestaltungsspielräume. (Vgl. zum Konzept: Greschke 2016). Auch dieses Konzept hat außer in einem Fall der Fertigung eines Nischenfahrzeugs in einem anderen Werk des Konzerns bislang noch keine weitere Verbreitung gefunden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Damit ist auch der letzte Gang durch die Montage abgeschlossen. Die Veränderungen des Automatisierungsgrades, beim Einsatz von Industrierobotern und der Beschäftigtenzahl, die mit diesen Maßnahmen einhergingen, werden in Tabelle 17 gezeigt.

*Tabelle 17: Kennzahlen zum Wandel in der Fahrzeugmontage im Werk Wolfsburg (1975 bis 2012)**

	1975/78	**1985**	**1991**	**1997**	**2003**	**2012**
Automatisierungsgrad	5 %	25 %	33 %	33 %	37 %	k.A
Kapazität (Fahrzeuge/Tag)	3.500	k.A.	4.000	3.000	2.700	k.A
Anzahl Roboter	k. A.	46	80	k. A.	k. A.	160
Beschäftigte	12.400	19.900	16.300	k. A.	k. A.	k.A

* Die Angaben stammen teilweise aus unterschiedlichen Quellen, Grundlage sind Veröffentlichungen von Managern bzw. vom Unternehmen autorisierte Artikel. Effekte von Outsourcing usw. wurden nicht berücksichtigt. Über die Modellwechsel 2008 gibt es keine Angaben.

Quelle: Granel (1985); Wobbe-Ohlenburg (1982); Automobil Produktion (1991d: 16, 1997a: 56, 2003a: 38)

Wie aus der Tabelle hervorgeht, hat der Automatisierungsgrad in der Fahrzeugmontage nach dem Sprung in den 1980er Jahren zunächst noch weiter zugenommen; der Anstieg 2003 lässt sich, wie oben schon angemerkt, mit den im Rahmen dieses Modellwechsels vorgenommenen organisatorischen Maßnahmen erklären.

Die Anzahl der Roboter hatte sich gegenüber dem noch niedrigen Stand 1985 mehr als verdreifacht, blieb aber weiterhin in der Montage von nur marginaler Bedeutung. Mit der Optimierung und dem vermehrten Einsatz von Handhabungsgeräten wurde demgegenüber der Schwerpunkt nun stärker auf manuelle Arbeiten unterstützende Techniken gesetzt und damit angezeigt, dass die zukünftige Entwicklung wohl nicht in der Verfolgung von Projekten zur weiteren Erhöhung der Automatisierung der Montage liegen wird.

Die Abschaffung der Fließbandarbeit ist auch am Ende der Untersuchung noch immer keine realistische Perspektive. Der Ansatz der Halle 54, nach der Auflösung des Technischen Zentrums sukzessive vor allem die Modulproduktion in den Vormontagebereichen zu automatisieren, scheint an seine Grenzen gelangt zu sein. Auch von den anderen Unternehmen hat sich bisher keines aufgemacht, um das zu ändern. Teilweise kehren

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

sie im Gegenteil, wie im Falle Toyotas gezeigt, wieder zu rein manuellen Montagelinien zurück.

Dennoch haben sich Abläufe und die Anforderungen in den letzten Jahrzehnten erheblich verändert: das Fließband ist sehr viel kürzer geworden, es sind viele ergonomische Verbesserungen vorgenommen beispielsweise zur Reduzierung von Überkopfarbeit, zur Verbesserung der Arbeitsumgebung und die Einführung von Teamarbeit. An der Taktbindung, auch wenn sie nur noch virtuell bestehen mag, hat sich nichts verändert.

Es bleibt die Frage, was macht die Montage so besonders, dass der Automatisierungsgrad hier nach wie vor weit unter dem der anderen Gewerke liegt – das untersuchte Unternehmen ist mit seinem Automatisierungsgrad eine Ausnahme geblieben. Lag es an mangelnder Flexibilität oder „Intelligenz" der Technik? Die Erklärung liegt nicht nur in dem Anstieg der Flexibilitätsanforderungen aufgrund der wachsenden Vielfalt an Modellen, Varianten und Ausstattungsoptionen, sondern auch in den vielen Abweichungen von dem Normalbetrieb im Betriebsalltag. Es gibt immer wieder Veränderungen bei der Konstruktion und der verwendeten Materialien, Abweichungen von den geplanten Terminen und bei den unternehmensinternen und externe Zulieferern und es gibt immer wieder technische Störungen der Anlagen und Verzögerungen in den vorgelagerten Bereichen.

Zusammen führen diese Faktoren zu einem „turbulenten Alltag" in der Montage (Berger et al. 2005: 49; vgl. Feldmann et al. 2003; Pfeiffer 2007: 47). Der ungestörte Normallauf ist oft alles andere als durchgängige Normalität, sondern ein fragiler Zustand, der jederzeit und unangekündigt durch Unwägbarkeiten gestört werden kann.

Eben diese Faktoren sind es, die die japanischen Leitbildunternehmen veranlassen, den Shopfloor mit einem möglichst umfassenden Problemlösungspotenzial auszustatten und gegenüber Hightech-Automatisierungsprojekten eine skeptische Haltung ein zu nehmen. Die Strukturen und Abläufe an den Fließbändern sind transparent und von den Beschäftigen vor Ort beherrschbar, die neuen Ansätze oft technisch kompliziert, die Handhabung bedürfte der Unterstützung von Experten. Dies könnte ein Grund für die bisher geringe Verbreitung der neuen Ansätze sein.

Insgesamt, so lassen sich die Beobachtungen dieses Gangs durch die Gewerke zusammenfassen, dominierten Veränderungen, die auf organisatorische Maßnahmen zurückgingen. Zugleich kamen aber auch viele der unter der Bezeichnung Industrie 4.0 diskutierten neuen Techniken bereits zum Einsatz, bevor dieses Logo geprägt wurde.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Ein weiteres Kennzeichen der Veränderungen in den Gewerken war, dass die werksübergreifende Vernetzung eine zunehmende Rolle spielte. Dabei war das Bestreben auch die Werke an Low-Cost Standorten in die Vereinheitlichung der Abläufe und der Betriebsmittel den Grundstrukturen einzubeziehen. Die Zielsetzung war, die Rationalisierungsmöglichkeiten des Netzwerkes für den Kapazitätsausgleich systematisch zu nutzen.

Die Erwartungen, die insbesondere an Industrieroboter im Hinblick auf Montageautomatisierung gesetzt wurden, haben sich noch immer nicht realisiert. Sie spielten auch in den letzten Jahrzehnten, als die Robotertechnologie schon weiter fortgeschritten war, keine wichtige Rolle in der Montage. Dies gilt bisher auch für die Leichtbauroboter und damit auch für Ansätze der Mensch-Roboter Kooperation in der Montage, die bisher für jeden Einzelfall einen hohen Planungs- und Programmieraufwand erfordern.

Zur Fließbandarbeit gibt es auch am Ende des Betrachtungszeitraums keine realistische Perspektive. Vor dem Hintergrund der bisherigen Entwicklung ist eher eine sukzessives „Verinselung" der Montagebereiche durch Auslagerung von Modulen mit automatisierten oder auch manuellen Tätigkeiten. Der größte Effekt wird aber wohl von dem schlichten Enfallen von Tätigkeiten aufgrund veränderter Produkte ausgehen, was im nächsten Kapitel noch zu diskutieren sein wird.

9.5 Bilanzierung der Langzeitentwicklung von Automatisierung und Produktivität

Für die Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg existieren keine Daten über die Automatisierung (bzw. bezogen auf die eingesetzte Technik: Mechanisierung) in der Automobilindustrie. Mit der Frage der Messung befasste man sich erst im Zuge der ersten Automatisierungsdiskussion in den 1950/60er Jahren. Dabei waren die ersten Jahrzehnte eine Hochzeit der Automatisierung, wie die Darstellung gezeigt hat. Der Schwerpunkt der Automatisierung lag in in dieser Zeit bei der Teilefertigung für das Antriebssystem und im Karosseriebau, wo durch den Einsatz von Transfermaschjnen ein hoher Automatisierungsgrad erreicht wurde. Im Bereich der Montagen dominierte demgegenüber die manuelle Arbeit mit teilweiser Verwendung halbautomatischer Werkzeuge.

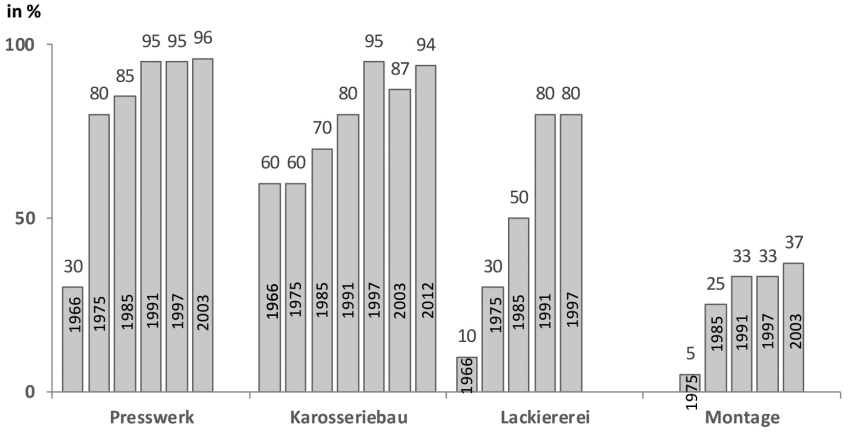
Abbildung 57 zeigt die Veränderung des Automatisierungsgrades in verschiedenen Gewerken der Prozesskette vom Presswerk zur Fahrzeugmonta-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ge im Werk Wolfsburg von Volkswagen von Mitte der 1960er bis Mitte der 2000er Jahre.

Festzustellen ist, dass im Karosseriebau aufgrund der in Kapitel 7 beschriebenen Maßnahmen bereits in den 1960er ein hoher Automatisierungsgrad erreicht wurde. In der Zeit von Mitte der 1980er bis Mitte der 1990er statt, wobei dieser auf dem Einsatz hybrider Strukturen von Einzwecktechniken und flexiblen, digitalen Techniken beruhte. In dieser Zeit stieg er bei Volkswagen auch in der Fahrzeugmontage, wo er allerdings immer noch auf niedrigerem Niveau verblieb. In den zuvor bereits hoch automatisierten Gewerken wurden nun Automatisierungsgrade nahe 100 Prozent erreicht, wobei allerdings zu beachten ist, dass diese Werte sich nur auf die bearbeitenden, die direkten, Tätigkeiten bezieht. Nicht berücksichtigt sind die indirekten Tätigkeiten. Ab Mitte der 1990er Jahre begann eine Zeit der Stagnation, der Automatisierungsgrad blieb in allen Gewerken auf mehr oder minder auf dem zuletzt erreichten Niveau.

*Abbildung 57: Entwicklung des Automatisierungsgrads in den Gewerken im Werk Wolfsburg (1966 bis 2012, in %)**



* Für 2012 liegen für einige Gewerke keine Daten vor.

Quelle: Die Daten für 1966 sind übernommen von Kern/Schumann (1984: 66); die übrigen Daten beruhen auf Angaben des Unternehmens; vgl. zu den Quellen zu den einzelnen Gewerken Tabelle 14 (Preßwerk), 15 (Karosseriebau), 16 (Lackiererei) und 17 (Montage)

Hervorzuheben an diesem Verlauf ist zum ersten, dass es nur in wenigen Zeiträumen zu einer sprunghaften Verdichtung von Automatisierungsakti-

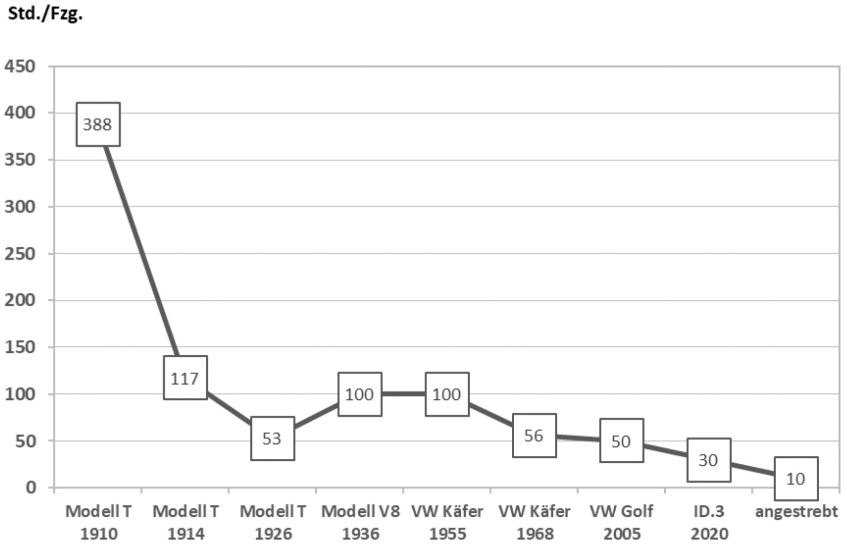
https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

vitäten aufgrund technologischer Entwicklungen kam, eigentlich waren es nur zwei: die erste noch basierend auf Einzwecktechnikschon in einer weiter entwickelten Form (Transferstrassen) in den 1950/60er Jahren und die zweite auf Basis flexibler-computerunterstützter (digitaler)Techniken in den 1980er/90er Jahren.

Zum zweiten blieb das Muster der unterschiedlichen Entwicklungswege der Automatisierung zwischen dem Montagebereich einerseits und den ihr vorgelagerten Gewerken andererseits bestehen.

Und zum dritten hat sich der Automatisierungsgrad durch den Einzug digitaler Techniken seit den 1990er Jahren kaum noch verändert. In den bereits hochautomatisierten ersetzen bzw. überlagern sich jeweils neue technisch-organisatorischen Strukturen, im Bereich der Montage lag der Fokus der Maßnahmen auf Rationalisierung.

Abbildung 58: Stunden pro Fahrzeug (1910-2020)



Quelle: Für 1910-1926: Wilson (2015a); für die Werte 1936: Ford Archives; für 1955 und 1968: s. VW-Unternehmensarchiv; für 2005: Harbour Report (2005; zit. bei Hillebrand/Schneider 2007); für 2020: Langenbrucher 2021;) für 'angestrebt': Automotive News Europe (2022)

Bezogen auf die Frage der Produktivität ergibt sich ein ähnliches Bild. Die Rekonstruktion einer langen Datenreihe zur Entwicklung der Produktivität stieß in der Untersuchung auf ähnlich große Probleme wie im Falle des

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Automatisierungsgrades. In Abbildung 58 werden einige Eckwerte zu den Arbeitsstunden pro Fahrzeug (JPH), zum größten Teil basierend auf den Untersuchungen in den vorigen Kapiteln wiedergegeben. Dabei handelt es sich um einzelne ausgewählte Daten, die sich auf unterschiedliche Produkte und Kontexte beziehen.

Mit der Produktion des Modell T begann eine in der Geschichte der Automobilproduktion einmalige Produktivitätsrallye. Im Werk Highland Park wurden 1910, wie in Kapitel 3 dargestellt, rund 400 Stunden für den Bau eines Fahrzeuges benötigt, was bereits einen großen Produktivitätssprung gegenüber dem Ausgangsniveau im Vorgängerwerk, in dem die ersten Modell T hergestellt wurden, bedeutete. Bereits 1914 war dieser Wert auf unter 120 Stunden gesunken, und 1926, in dem letzte vollen Produktionsjahr des Modell T betrug der JPH-Wert nur noch etwas mehr als 50 Stunden. Für das V8 Modell im Werk River Rouge wurde auf Basis eines größeren Arbeitsaufwandes, den das Produkt erforderte und einer sehr hohen Fertigungstiefe des Werks rund 100 Stunden pro Fahrzeug benötigt. Das war auch die Stundenzahl, den die Produktion des VW-Käfers im Jahr 1955 im Werk Wolfsburg bei ebenfalls hoher Fertigungstiefe benötigte. 1968 lag die Stundenzahl, wie in Kapitel 7 gezeigt, bei 56 Stunden, inzwischen hatte hier auch die Fertigungstiefe abgenommen. 2005, fast vierzig Jahre später, erforderte die Produktion eines Golfs trotz gesunkener Fertigungstiefe ebenfalls um die 50 Stunden. Zu den Produktivitätsanstiegen am Ende des Betrachtungszeitraums kommen wir gleich.

Kennzeichnend für den Entwicklungsverlauf sind also in der ersten Hälfte des Automobiljahrhunderts zum einen die außerordentlich hohen Produktivitätssprünge in den 1920er und 30er Jahren und noch einmal in den 1950/1960er Jahren. Die weitere Entwicklung dieser Technologie bis zum Ende des ersten 2000er Jahrzehnt haben an der am Anfang der 1990er gegebenen Situation nicht mehr viel verändert. Über Jahrzehnte herrschte quasi ein Zustand der Stagnation, wobei zu berücksichtigen, dass in dieser Zeit das Arbeitsvolumens aufgrund der Entwicklungen beim Produkt und der Produktpolitik stark anwuchs. Stagnation bedeutete daher nicht, dass keine Investitionen in neue Techniken mehr vorgenommen wurden und keine Automatisierungsmaßnahmen mehr stattfanden. Diese dienten aber eher dem Aufrechterhalten des erreichten Standes gegenüber den entgegenwirkenden Tendenzen.

Am Ende der Verlaufskurve wird mit den beiden letzten Werten eine Wende angedeutet. Für den Golf-Nachfolger als BEV wurden, wie 2020 bekannt wurde rund 30 Stunden pro Fahrzeug benötigt und angestrebt

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

für die nächste BEV-Generation wurden um die 15 Stunden. Diese Werte ergeben sich zum einen aus dem Entfall von Arbeitsumfängen durch die neue Antriebstechnik und zum andern durch verstärkte Automatisierung und Rationalisierung (dazu mehr in Kap. 10)

Gegen die Daten, die der Abbildung zugrunde liegen, lässt sich viel einwenden. Sowohl die Produktkomplexität wie auch die Fertigungstiefe und eine Vielzahl anderer Einflussfaktoren wurden nicht berücksichtigt, und angesichts der spärlichen Angaben lassen sich kurzfristigere Veränderungen nicht erkennen. Aber ein ähnlicher Verlauf wurde auch in anderen Analysen festgestellt. Laut William Abernathy, der eine der wenigen Forschungsstudien zur Langfristanalyse der Produktivitätsentwicklung unternommen hat, war grosso modo der gleiche Verlauf bei Ford in den USA über den Zeitraum von 1910 bis 1973 festzustellen (Vgl. Abernathy 1978; vgl. dazu auch Jürgens 2021) Danach begann bei ihm schon die Phase des „Productivity Slowdowns" hier bereits ab den 1960er Jahren.

Dieses Verlaufsmuster wird auch von den Langzeit-Produktivitätsanalyen von Robert Gordon – bezogen auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in den USA bestätigt. Gordon zufolge wuchs die Produktivität nach sehr hohen Wachstumsraten in den 1920er Jahren von jährlich bis zu 7 Prozent; in den nächsten Jahrzehnten schwächten die Zuwachsraten ab, betrugen in der Zeit von Anfang der 1950er bis Mitte der 1960er noch annähernd 3 Prozent jährlich. Aber dann verlangsamte sich das Wachstum und fiel nach und nach ab auf nur noch im Durchschnitt 1,4 Prozent pro Jahr im Zeitraum 1977 bis 1994. Für Gordon war das ein Zeichen für das Abebben der Wirkungen der großen Erfindungen der IR # 2, die ihm zufolge ihren Ursprung bei Ford hatte. (Gordon 2016: 328). Die dritte industrielle Revolution, deren Beginn Gordon Ende der 1950er mit dem Einsatz der ersten Mainframecomputer ansetzte hatte und die bis 2018, als er sein Buch abschloss, noch anhielt, hatte mit Ausnahme einer kurzen Periode von zwischen 1994 bis 2004 (in den USA, in anderen Ländern lagen die Zeitperioden etwas anders) kaum Auswirkungen auf das Wachstum der Produktivität. In den 10 Jahren von 2004 bis 2014 nahm die Produktivität auf nur noch im Durchschnitt 1,3 Prozent im Jahr und nach 2014 schließlich nur noch 0,6 Prozent zu. (Gordon 328) Eine neue industrielle Revolution gab es aus seiner Sicht daher nicht. (Vgl. ebd.: 535ff) Die Ergebnisse der Gordonschen Analyse werden von neueren Berechnungen bestätigt (vgl. Goldin et al. 2023; dort auch nähere Angaben zu länderspezifischen Entwicklungen).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Eine Ursache dieser Entwicklungen in den letzten Jahrzehnten aber auch eine Folge war die Fokussierung auf Rationalisierungsmaßnahmen. Ein Beispiel dafür war das wachsende Interesse an den Produktivitätsmessungen von James Harbour. Dieser hatte, wie im 5. Kapitel beschrieben, Anfang der 1980er Jahre Produktivitätsvergleiche zwischen japanischen und US-amerikanischen Betrieben durchgeführt und auf die großen Unterschiede aufmerksam gemacht. Inzwischen ist der von ihm gegründete Consulting-Ansatz der JPH-Analyse zu einer Institution in der Industrie geworden.

In Europa gab es Harbour-Reports seit 1996, ab 2005 beteiligten sich auch die deutschen Unternehmen daran. „The big race for HPV improvement", so beschreibt Weyer die jährliche Runde der Harbour Messungen (Weyer 2011: 3271). Die Ergebnisse der Harbour-Reports unterliegen der Geheimhaltung. Produktivitätsdaten sind ein Politikum geworden und der Analyse „von außen" nicht zugänglich.

Harbour selbst hat in einer Autobiografie den Prozess der Angleichung zwischen den Unternehmen beschrieben, den dieser Wettlauf auslöste. Demnach waren die Produktivitätsunterschiede im Vergleich der US-amerikanischen und der japanischen Unternehmen 2008 schon weitgehend ausgeglichen (vgl. Harbour/Higgins 2009: 97 und 101).

Aufgrund der Erkenntnisse der Harbour Reports und der Japan Rezeption verschob sich der Fokus der Unternehmen noch stärker auf Maßnahmen der Rationalisierung und des „Standortengineerings", d.h. der Kostenoptimierung durch Verlagerung von Tätigkeiten an die jeweils kostengünstigsten Standorte. Vor diesem Hintergrund wird verständlich, dass Vielen in der Industrie das Wiederaufleben des Automatisierungsthemas im Zuge der Industrie 4.0 Diskussion sehr willkommen war.

9.6 Veränderungen der Belegschafts- und Tätigkeitsstruktur – Bilanzierung der langfristigen Verläufe

Die Untersuchung im Folgenden wird in vier Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt wird die Entwicklung der Belegschaftsstruktur des Werks von 1990 bis 2010 dargestellt, im zweiten werden die Veränderungen im Karosseriebau und der Montage näher analysiert, im dritten wird mit Blick auf die maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeitsstrukturen im Karosseriebau die Frage der Aufwertung der Produktionsarbeit und damit zusammenhängend der Zukunft der Facharbeit diskutiert, im vierten Schritt wird die Situation im Bereich der Montagearbeiten diskutiert.

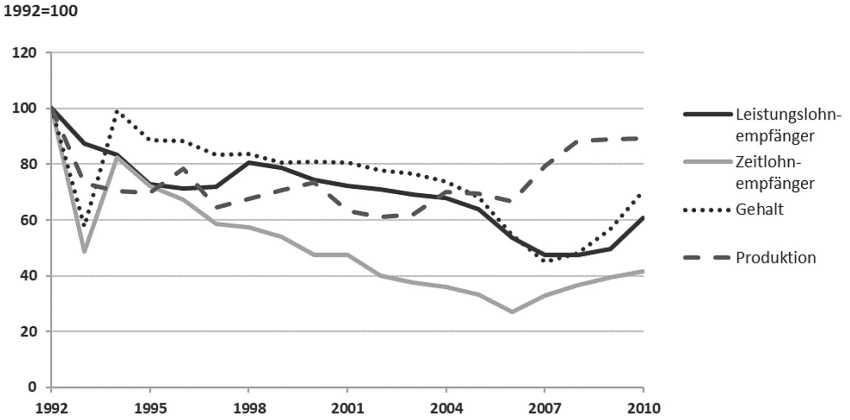
https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

9.6.1 Veränderung der Belegschaftsstruktur 1990–2010

In Abbildung 59 wird die Entwicklung der Beschäftigtenzahl in dem in diesem Kapitel betrachteten Zeitraum dargestellt (im Vergleich zum Stand 1992 = 100).

Die Unterscheidung der drei Hauptgruppen in der Belegschaft entspricht der in Abb. 55.

Abbildung 59: Belegschaftsentwicklung nach Beschäftigtengruppen und Produktion im Werk Wolfsburg (1992 bis 2016; 1992 = 100)



Quelle: Kurzinformation VW AG, Wolfsburg

Die Angaben beziehen sich auf das Produktionswerk, ohne Einbeziehung der Forschung und Entwicklung sowie der Zentralfunktionen des Unternehmens bzw. Konzerns am Standort Wolfsburg.

Ende 1992 kam es zu dem oben beschriebenen Einbruch bei der Produktion und im Anschluss sank das Produktionsvolumen und fluktuierte ab Mitte der 1990er auf niedrigerem Niveau. Die Beschäftigtenzahl im Arbeiterbereich und in geringerem Maße bei den Angestellten folgte dieser Entwicklung. Besonders steil war der Rückgang bei den Zeitlohnempfängern, deren Zahl auf nur noch ein Drittel des Stands von 1990 abfiel. Ihr Anteil war schon vorher, wie in Abb. 55 gezeigt, gesunken. Diese Gruppe besteht überwiegend aus Facharbeitern, waren sie also die Hauptbetroffenen des Beschäftigungsrückgangs?

Ein wichtiger Faktor, der dem Druck zum Abbau des Beschäftigungsniveaus entgegenwirkte, war die drastische Verkürzung der Arbeitszeit auf

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

28,8-Stunden pro Woche (bei den Angestellten 30 Stunden). Ohne sie wären die Abwärtskurven noch dramatischer ausgefallen. Die neue Arbeitszeit blieb bis 2006 bestehen, als man auf eine 33-Stunden Woche überging.

Der Rückgang der Produktion kann die Kurvenverläufe bei der Entwicklung der Beschäftigtengruppen nicht allein erklären. Größere Automatisierungsmaßnahmen wurden in dieser Periode nicht durchgeführt. Ein wichtiger Erklärungsfaktor für den Rückgang waren Rationalisierungsmaßnahmen, viele davon ausgelöst durch Nutzung von Methoden aus dem Lean Production Baukasten. Ein weiterer Faktor war die Verlagerung von Tätigkeitsbereichen und die Neustrukturierung der Zulieferbeziehungen, eine Entwicklung, die durch die Öffnung neuer Niedriglohn-Standorte und Bezugsquellen in Osteuropa in den 1990er zunehmend an Bedeutung gewannen. Anfang der 2000er Jahre kam mit der Zunahme der Zeitarbeiter noch eine weitere Erklärung hinzu.[148] Der Anteil der Zeitarbeiter stieg auf etwa das gleiche Niveau wie bei Toyota in Japan.

Um 2006/07 war der Wendepunkt erreicht. Es erfolgte ein Anstieg der Produktion, der auch von der Krise 2008/09 kaum beeinträchtigt wurde. Die Hauptursache dafür war die Einführung neuer Fahrzeugmodelle auf Basis der Golfplattform, die ab Anfang der 2000er Jahre in dem Fertigungsbereich der zwischenzeitlich aufgelösten Organisation VW 5000 erfolgte.[149]

2010, am Ende des in diesem Kapitel betrachteten Zeitraums lag das Produktionsniveau, wie die Abbildung zeigt, fast wieder auf dem Niveau von 1992. Ganz anders war die Situation bei den Beschäftigten. Bei den Zeitlohnempfängern lag die Beschäftigtenzahl bei nur noch 40 % des Standes von 1992, bei den Leistungslohnempfängern bei 60 %; bei den Gehaltsempfängern bei 70 %. Generell gab es einen Rückgang, zugleich aber auch deutliche Verschiebungen in der Belegschaftsstruktur. Diesen Verschiebungen soll im Folgenden auf der Ebene der Gewerke noch genauer nachgegangen werden.

148 Bis 1996 gab es bei VW nur geringe Einsätze von Leiharbeit in der Produktion. Nach der Deregulierung der Leiharbeit 2003 durch die Hartz-Reformen stieg der Anteil der Zeitarbeiter in den Fertigungsbereichen, insbesondere den Montagen, bis auf 20–30 % an, im Zuge der Krise 2008 ging er stark zurück.

149 Die Organisation VW 5000 wurde 2003 gegründet und 2008 wieder aufgelöst, bildet aber weiterhin einen eigenen Fertigungsbereich im Werk Wolfsburg. Hergestellt werden hier neue Fahrzeugmodelle wie Minivans, SUVs und Cross Over Modelle auf Basis der Golf-Plattform, die auf dem Markt sehr erfolgreich waren.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

9.6.2 Veränderung der Tätigkeitsstruktur in den Gewerken in langfristiger Perspektive

Anders als bei der Betrachtung der Veränderungen auf der Werksebene zeigen sich auf der Ebene der Gewerke sehr deutlich die Auswirkungen der Automatisierung. Dies soll im zweiten Schritt nun anhand eines Vergleichs der Veränderungen im Karosseriebau und der Fahrzeugmontage genauer untersucht werden. Die beiden Gewerke repräsentieren, wie die Darstellung in den vorigen Kapiteln gezeigt hat, die Spannbreite der Unterschiede zwischen den Gewerken bezogen auf den Grad der Automatisierung: der Karosserierohbau war schon seit den 1960ern hochautomatisiert, die Fahrzeugmontage blieb seit Anfang der 2000er weitgehend auf dem gleichen Niveau.

*Tabelle 18: Tätigkeitsstruktur im Arbeiterbereich in ausgewählten Gewerken (1978 und 2015)**

Tätigkeitsgruppen		**Karosseriebau in %**		**Fahrzeugmontage in %**	
		1978	**2015**	**1978**	**2015**
I	*Produktbearbeitende Tätigkeiten* (Bandmontierer/Montagewerker, Oberflächenbearbeiter, Schweißer u.a.)	35,3	19,6	72,6	69,0
II	*Maschinen- und anlagenbezogene Tätigkeiten insgesamt, davon:*	39,1	66,7	2,8	11,3
a)	bedienende Tätigkeiten (Handhaber an Maschinen, Anlagenbediener)	70,3	34,0	0,0	6,2
b)	steuernde und überwachende Tätigkeiten (Anlagenüberwacher, Anlagenführer u.a.)	10,7	36,3	57,1	36,3
c)	Instandhalter	18,4	29,1	42,9	63,7
III	*Qualitätsbezogene Tätigkeiten* (Kontrolleure, Güteprüfer, Nacharbeiter, Fertigsteller, Warenprüfer)	14,0	12,2	20,4	12,3
IV	*Materialbereitstellungs- und Transporttätigkeiten*	7,8	3,7	4,0	7,4
Insgesamt		100	100	100	100

* Die Angaben hier beziehen sich nur auf den Bereich Karosseriebau. Für 2015 nur der Bereich der Golf Produktion.

Quelle: Wobbe-Ohlenburg (1982:240); Kooperationsprojekt WZB-IFAP.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Tabelle 18 zeigt die Veränderung der Anteile unterschiedlicher Tätigkeitsgruppen der Arbeiter im Bereich des Karosseriebaus und der Fahrzeugmontage. Die Darstellung folgt dem gleichen Muster wie in Tab. 13 in Kapitel 8. Der Vergleich überspannt einen Zeitraum von annähernd 40 Jahren. Bei den exemplarisch aufgelisteten Tätigkeiten werden die Bezeichnungen des Unternehmens verwendet. Auf Ursachen der Veränderungen wird nicht näher eingegangen.

Betrachten wir zunächst die Veränderungen im Karosseriebau. Im Jahr 1978 war hier noch ein Drittel der Arbeiter mit produktbearbeitenden Tätigkeiten befasst. Hierbei handelte es sich zumeist um die klassischen Tätigkeiten des Schweißens (Schmelzschweißen, Zangenpunktschweißen) Lötens und Klebens sowie der Oberflächenbearbeitung (vgl. Wobbe-Ohlenburg 1982: 238f.). 2015 war dieser Anteil auf ein Fünftel der Belegschaft zusammengeschrumpft. Einige der klassischen Tätigkeiten im Karosseriebau waren kaum noch aufzufinden, nur noch 2,5 % der Beschäftigten übten eine Tätigkeit als Schweißer aus, 1978 waren ihre Anzahl noch sechs Mal so viele gewesen.

Bei den maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeiten sieht das Bild deutlich anders aus. 1978 hatte der Anteil der Arbeiter mit diesen Tätigkeiten an den Gesamtbeschäftigten im Karosseriebau bereits bei 40 % gelegen, nun war er der bei weitem größte Tätigkeitsbereich. Zugleich haben innerhalb dieses Bereichs starke Verschiebungen stattgefunden. 1978 waren hier (in der Hauptgruppe II in Tabelle 18) noch 70 % der Beschäftigten mit bedienenden Tätigkeiten befasst, darunter viele als Einleger. Der Anteil höherwertigen Tätigkeiten in der direkten Produktion als Anlagenführer, Straßenführer usw. lag 1978 bei nur rund 10 %, die Facharbeiter in der Instandhaltung machten 20 % aus, insgesamt waren die höherwertigen Tätigkeiten damit selbst im Bereich der maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeiten also noch deutlich in der Minderheit.

2015 lag der Anteil die bedienenden Tätigkeiten im Bereich der Maschinen und Anlagen bei 34 %, 36 % waren höherwertige Tätigkeiten im Angelerntenbereich, und knapp 30 % waren Facharbeitertätigkeiten im indirekten Bereich. Zusammen machten die beiden letzteren nun 70 % der Tätigkeiten in diesem Bereich aus. Der Anteil der höherwertigen Tätigkeiten hatte sich damit im Betrachtungszeitraum verdoppelt.

Was die übrigen Tätigkeitsgruppen anbelangt, so blieb der Anteil der qualitätsbezogenen Tätigkeiten im Wesentlichen auf dem gleichen Niveau. Diese Gruppe umfasst nach der hier verwandten Zuordnung alle qualitätsbezogenen Tätigkeiten einschließlich der Nacharbeiten unabhängig von

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

der organisatorischen Zuordnung. Der Anteil der Arbeiter mit Tätigkeiten für den Transport und die Materialbereitstellung sank demgegenüber stark ab. Eine Erklärung dafür könnten Veränderungen der organisatorischen Zuordnung sowie Auslagerung von Funktionen an Dienstleistungsunternehmen sein. Auf die Veränderungen hier konnte im Rahmen der Studie nicht näher eingegangen werden.

Die Darstellung hat gezeigt, dass auch in den Gewerken mit Automationsgraden nahe der 100 Prozent-Marke keineswegs menschenleer sind. Mit Blick auf den hohen Automatisierungsgrad, der schon seit Jahrzehnten im Karosserierohbau gegeben ist, sind in diesem Bereich immer noch viele Beschäftigte in den indirekten Bereichen tätig bzw. üben als Direkte früher dem indirekten Bereich zugeordnete Tätigkeiten aus. Die Trennung zwischen Direkten und Indirekten macht ohnehin kaum noch Sinn. Genauere Angaben über die Zahl der Beschäftigten, in denen sich die beschriebenen Entwicklungen widerspiegeln würden, waren aufgrund der vorliegenden Daten und der unterschiedlichen Fertigungstiefe in den Vergleichsjahren nicht möglich.

Blicken wir nun auf die Veränderungen im Bereich der Fahrzeugmontage. Hier hat sich in dem Zeitraum von 40 Jahren, wie es scheint, kaum etwas verändert. Der Anteil der Arbeiter mit produktbearbeitenden Tätigkeiten lag zu beiden Zeitpunkten bei um die 70 %. Der Anteil der maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeiten war von 3 % auf 11 % angestiegen, lag damit immer noch auf niedrigem Niveau. Rund 60% der neu entstandenen Tätigkeiten waren im direkten Bereich (die meisten als Anlagenführer), 40% waren in der Instandhaltung. Allerdings hatte diese Unterscheidung im Falle der Instandhaltungstätigkeiten durch die Schaffung neuer Tätigkeitsbilder mittlerweile schon an Bedeutung verloren, wie im Anschluss noch gezeigt wird.

Einen starken Rückgang gab es in der Montage bei dem Anteil der qualitätsbezogenen Tätigkeiten, wozu die Übertragung eines Teils der Qualitätsverantwortung an den direkten Bereich wesentlich beigetragen hat. Der Anteil der Transport- und Bereitstellungstätigkeiten nahm umgekehrt auf niedrigerem Niveau erheblich zu. Den Ursachen konnte, wie schon im Falle des Karobaus, nicht näher nachgegangen werden.

Der Vergleich der Veränderungen der Tätigkeitsstruktur in den beiden Gewerken zeigt deutlich den Einfluss der Automatisierung. Im Bereich der maschinen- und anlagenbezogen Tätigkeiten veränderte sich der Charakter der Arbeit deutlich, und hier fand eine Aufwertung von Produktionsarbeit

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

statt. Dort wo die Tätigkeiten noch manuell ausgeführt wurde, hat sich scheinbar wenig verändert. Darauf wird gleich noch zurückgekommen.

Insgesamt haben die Technologieschübe der betrachteten vier bis fünf Jahrzehnte aber keine so tiefgreifende Transformation in den Tätigkeitsstruktur hervorgerufen, wie oft angenommen.

9.6.3 Upgrading, Downgrading oder Polarisierung?

Im dritten Schritt sollen die Veränderungen der Tätigkeitsstrukturen im Karosseriebau als einem Gewerk, das seit Jahrzehnten knapp vor der Vollautomatisierung steht, genauer unter die Lupe genommen werden. Dieser Bereich war, wie in den vorigen Kapiteln beschrieben, immer wieder technisch und organisatorisch restrukturiert worden. Die Frage im Folgenden ist, wie sich diese Maßnahmen auf die Qualifikationsanforderungen ausgewirkt haben. Damit geht es zugleich um die seit langem diskutierte Frage, ob Automatisierung zu einer Auf- oder Abwertung der Arbeit, führt und welche Tätigkeitsgruppe dabei die Gewinner und Verlierern sind.

Als Folge des Automatisierungsschubs im Karosseriebau in den 1950er/60er Jahren überwog im Bereich der Maschinen und Anlagen die Zunahme der anlagen*bedienenden* Tätigkeiten. In den späteren Jahrzehnten überwog demgegenüber die Tendenz zum Upgrading. Die beiden Tätigkeitsgruppen, die davon profitierten, waren vor allem die Anlagenführer[150] und die Instandhalter. Zwischen diesen beiden Gruppen lag im Prinzip die Grenzlinie zwischen direkter und indirekter Arbeit und damit auch die fordistische Statusgrenze zwischen Angelernten und Facharbeitern.

Wie Abb. 49 zeigt, dauerte es fast 40 Jahre, bis es zu einem Gleichstand zwischen den Anteilen der aufgewerteten und der abgewerteten Tätigkeiten kam. In Abbildung 60 wird dieser Prozess entlang der Zeitpunkte der Modellwechsel genauer nachverfolgt.

Aus der Abbildung geht hervor, dass der Anteil der bedienenden Tätigkeiten an den Maschinen und Anlagen über den gesamten Zeitraum

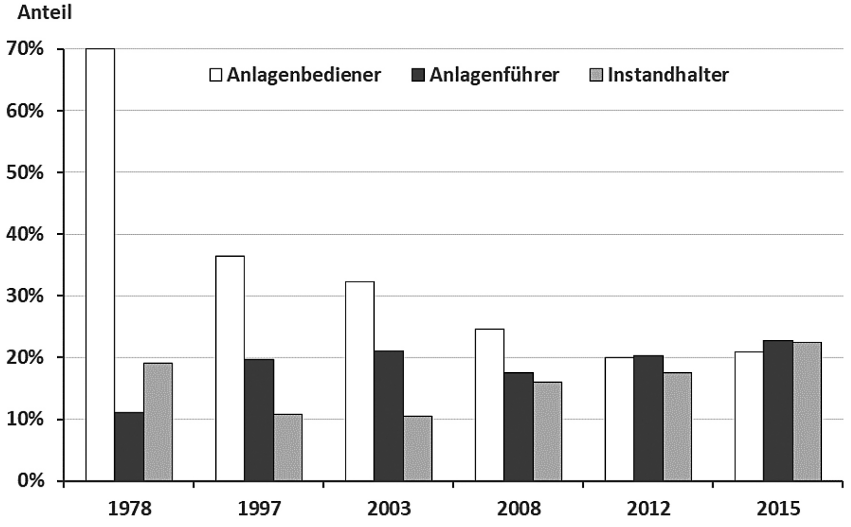
150 Schumann et al. verwenden anstelle des Anlagenführers in ihrem „Trendreport" Anfang der 90er Jahre die Bezeichnung des „Systemregulierers" und unterscheiden mit Blick auf die zwischenzeitliche Ausdifferenzierung unterschiedlicher Integrationsgrade von Tätigkeiten vier unterschiedliche Typen von Systemregulierern: I mit stark eingeschränkter Aufgabenzuweisung, II mit begrenzter Aufgabenzuweisung, II qualifizierte Systemregulierung, IV aufgewertete Systemregulierung (Schuman et al. 1994: 91ff)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

hinweg weiter zurückging, erst am Ende kam es wieder zu einem kleinen Anstieg bei diesen Tätigkeiten. Bei den Anlagenführern stieg der Anteil zunächst an, blieb dann aber bis zum Ende des Betrachtungszeitraums auf dem neuen Niveau. Bei den Instandhaltern sank der Anteil in den 1970er und 90er Jahren, nahm danach aber bis zum Ende kontinuierlich zu.

Trotz der zuletzt immer stärkeren Tendenz der Aufwertung der Produktionsarbeit gab es am Ende immer noch einen nennenswerten Anteil an anlagenbedienenden Tätigkeiten. Die ursprüngliche stark polarisierende Tendenz schwächte sich also ab.

Abbildung 60: Veränderung der Tätigkeitsstruktur an den Maschinen und Anlagen im Karosseriebau (1978 bis 2015; in %)



Quelle: für 1978 Wobbe-Ohlenburg (1982); für die übrigen Zeitpunkte WZB-IFAP-Kooperationsprojekt.

Die These der Aufwertung von Produktionsarbeit hat sich, so zeigt die Analyse der Entwicklung im Karosseriebau, im Bereich der maschinen- und anlagenbezogenen Tätigkeiten in den letzten Jahrzehnten bestätigt. Allerdings die Tendenz blieb weitgehend auf diesen Bereich beschränkt.

Kern/Schumann hatten, als sie die These in den 1980er Jahren formulierten, vor allem die Angelernten im Blick, d.h. die „Massenarbeiter" der fordistischen Produktionsweise. Die Gewinner der Zunahme der aufgewerteten Tätigkeiten in der Produktion waren zunächst, wie aus der Abbildung

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

hervorgeht, die Arbeiter in der Produktion, darunter auch die Angelernten. Ihnen stand den Arbeitern nun eine wachsende Zahl höherwertiger Tätigkeiten offen, auf die sie sich bewerben konnten. In den 2010er Jahren wuchs demgegenüber der Anteil der Beschäftigten der Instandhaltung im indirekten Bereich deutlich stärker.

Auch wenn, wie eine zusätzlich durchgeführte Analyse der Aufgabenbeschreibungen in den Arbeitssystemen im Rahmen dieser Studie ergab, in den 80er und 90er Jahren noch deutlich zwischen den Aufgaben der Anlagenführer und denen der Instandhalter unterschieden wurde, näherten sich die Arbeitsinhalte und Qualifikationsanforderungen der beiden Gruppen in den automatisierten Produktionsbereichen an. Auch für die Facharbeiter standen damit in der Produktion zunehmend qualifikationsgerechte Arbeitsplätze offen. Kern/Schumann sahen in dieser Entwicklung Anzeichen für das „Ende der Arbeitsteilung" in der industriellen Produktion (Kern/Schumann 1984: 318).

Dies war ein großer Begriff für eine erst in ihren Anfängen befindliche Entwicklung. Gut dreißig Jahre später, so zeigt die Analyse war diese Entwicklung fortgeschritten, blieb aber insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau. Es zeigt sich hier, wie wichtig es ist, genauer nach den Größenordnungen zu fragen.

In den 1990er Jahren setzte ein Trend ein, aufgewertete Stellen in der Produktion nur noch mit Arbeitern zu besetzen die eine einschlägige Facharbeiterqualifikation vorweisen konnten. Zugleich wurde in der Berufsausbildung neue Ausbildungsgänge eingerichtet, die speziell auf einen Einsatz in der Produktion ausgerichtet waren. Die Verbindung von Aufgaben der klassischen Instandhaltung und Produktionstätigkeiten wird in der folgenden Aufgabenbeschreibung eines Arbeitssystems für Anlagenmechaniker im Karosseriebau deutlich:

Zu ihren Aufgaben gehören demnach das Inbetriebnehmen, das Betreiben und Instandhalten von Fertigungsanlagen entsprechend den technischen Vorgaben im Aufgabengebiet. Die Tätigkeiten schließen z.B. Einrichttätigkeiten, das Überwachen sowie das Verbessern der Produktionsabläufe ein. Bei Bedarf sind Anlagen mit Material ver- und entsorgen. Weiter gehört dazu das Erfassen von Störungen und Sichern von Daten und das Nacharbeiten an fehlerhaften Produkten. (Quelle: Abschrift des Autors) Auch

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

für AnlagenführerInnen wurde ein entsprechender Ausbildungsgang in der Berufsausbildung eingerichtet.[151]

Die Angelernten wurden, soweit sie die erforderlichen Bildungsabschlüsse nicht auf eigene Initiative hin nachholten, in diesen Aufwertungsprozess immer weniger einbezogen. Die Reprofessionalisierung der Produktionsarbeit, die von Kern/Schumann vorhergesehen wurde, nahm immer stärker Gestalt an. Dies bedeutete, wie die beiden Autoren schon vorhergesehen hatten, nicht die Rückkehr zur Facharbeit im Sinne der handwerklichen Tradition, sondern die Entwicklung einer neuen Art des industriellen Produktionsfacharbeiters.

Angesichts des Vordringens neuer Techniken der Industrie 4.0 nahmen zugleich aber auch Aufgaben zu, die eher die traditionell Qualifikationen von Technikern, Ingenieuren, Informatikern und damit auf einen Studienabschluss erforderten. Damit stellt sich von einer anderen Seite die Frage nach der zukünftigen Rolle der Facharbeiter.

> „Eine der zentralen Fragen ist, ob diese Gruppe an Beschäftigten in der ‚intelligenten' Produktion von morgen noch Platz findet." so Bildungsforscher Spöttl, „die Blickrichtung und das Gefühl im Umgang mit Anlagen wird aufgrund der datenbasierten Steuerung auf die Software verlagert." (Spöttl 2016)

Die Zukunft der Facharbeiter als einer eigenen Statusgruppe und das System der dualen Ausbildung von Arbeiterberufen scheint damit von zwei Seiten bedroht: auf der einen Seite wird eine zunehmende Anzahl von Facharbeitertätigkeiten aus dem indirekten in den direkten Bereich verlagert, auf der anderen Seite laufen die Facharbeiter Gefahr, von den Entwicklungen im Bereich zukünftiger Produktionstechnologie ausgeschlossen zu werden.

Damit würde auch die Berufsausbildung mit ihrer spezifischen Verbindung von schulischen und betrieblich-praktischen Ausbildungsinhalten als ein vertikal das Unternehmen durchziehender Sozialisierungs- und Erfah-

151 Aufgabenbeschreibung eines/einer Maschinen- und AnlagenführerIn: Einrichtung von Maschinen und Anlagen in der Produktion und deren Bedienung sowie Steuerung und Überwachung des Materialflusses. Sie bereiten Arbeitsabläufe vor, wählen Prüfverfahren und Prüfmittel aus und wenden diese an, nutzen Steuerungs- und Regelungseinrichtungen, warten und inspizieren Maschinen und Anlagen und beheben Störungen. (Quelle: https://www.vw-bi.de/bewerbung/ausbildung/liste-ausbildungsberufe.html. Zugriff 16.12. 22)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

rungshintergrund ihre integrierende Funktion (wie in Kapitel 7 beschrieben) im Unternehmen verlieren.

Aber die derzeitige Entwicklung verweist nicht in diese Richtung. Vielmehr gehen die Bestrebungen eher dahin, die Berufsausbildung auf die neuen Anforderungen anzupassen, um den Einsatz von Facharbeitern auch in den neuen Tätigkeitsfeldern zu ermöglichen (vgl. ähnlich auch Baethge-Kinsky et al. 2018).

So wurden neue Ausbildungsgänge geschaffen, die für Tätigkeiten qualifizieren sollen, die bisher eher dem Bereich der technischen Angestellten zugerechnet wurden. Ein Beispiel für ein entsprechendes neues Berufsbild ist der „Elektroniker für Automatisierungstechnik", zu dessen Aufgaben u.a. der Aufbau, die Änderung und Erweiterung automatisierter Produktionsanlagen sowie u.a. auch das Programmieren von Sensoren, Aktoren, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen, Bussystemen und Netzwerken gehören. (Volkswagen Bildungsinstitut 2023).

Ein weiteres Beispiel ist der „Fachinformatiker für Anwendungsentwicklung": Als Aufgaben werden das Entwerfen und Entwickeln anwendungsspezifischer Software und der Optimierung bestehender Anwendungen genannt. Zu den Ausbildungsinhalten gehört u.a. das Programmieren von Softwarelösungen, Sicherstellen der Qualität von Softwareanwendungen unter Berücksichtigung der Systemarchitektur und Versionsverwaltung; Analysieren und Planen von Systemen zur Vernetzung von Prozessen und Produkten, vernetztes Zusammenarbeiten unter Nutzung digitaler Medien (ebd.).

Um den gestiegenen Anforderungen in einigen Einsatzbereichen gerecht zu werden, aber auch dem wachsenden Wunsch nach einem Studium, wird auch die Möglichkeit angeboten, die Berufsausbildung durch ein „Studium im Praxisverbund" zu verbinden. Auf diese Weise können in einem Zug eine Facharbeiter- und eine Ingenieursausbildung absolviert werden.[152]

Deutlich wird das Bestreben, die Facharbeiter als eigene Qualifikationsgruppe zu erhalten und einer Akademisierung vorzubeugen und die Funktion der Berufsausbildung als das qualifikatorische Rückgrat der Beschäftigten in der Produktion zu erhalten.

152 Dual Studierende erwerben bei der ausbildungsintegrierten Variante mit einer Dauer von 4 bis 4,5 Jahren das Zertifikat der Industrie- und Handelskammer und einen Bachelor- oder Diplom-Abschluss einer Hochschule (Volkswagen 2009).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

9.6.4 In der Montage alles Routine?

Der Bereich der Fahrzeugmontage, der aufgrund der Automatisierung der übrigen Bereiche und des Trends zu immer höherwertigen Fahrzeugen und differenzierteren Produktangeboten im Verlauf der Jahre einen zunehmend höheren Anteil an den Beschäftigten absorbiert hat, scheint das Kontrastbild zu den soeben beschriebenen Tendenzen zu einere Aufwertung der Produktionsarbeit zu bieten. Hier scheint der fordistische Massenarbeiter nach wie vor der dominante Arbeitstyp zu sein, dessen Tätigkeiten dermaßen standardisiert erscheinen, dass man sich wundert, weshalb sie nicht schon längst von Maschinen übernommen wurden.

Die Tatsache, dass Montagearbeit immer noch weitgehend „manuell" ausgeführt wird (die Tatsache, dass dabei oft halbautomatisierte Werkzeuge und Manipulatoren gehandhabt werden, wird üblicherweise in der Diskussion nicht berücksichtigt), ist eng verknüpft mit der Tatsache, dass hier das Fließband nach wie die Abläufe bestimmt. Auch dort, wo es physisch nicht mehr existiert, ist es in den Ablaufstrukturen und Zeitvorgaben der Steuerungssysteme virtuell existent.

In Bezug auf die Montagearbeit gibt es zwei gegensätzliche Sichtweisen: Montage als Routinearbeit vs. Montage als permanentes Bemühen mit Abweichungen von den geplanten Routineprozessen fertig zu werden. Für diejenigen, die die erste Sichtweise vertreten, erscheint eine Automatisierung der Montage längst überfällig. Für die Vertreter der letzteren Sichtweise erscheint es fraglich, ob die Montage auch mit Hilfe noch so avancierter Strategien auf Grundlage des bisherigen Entwicklungspfades der zunehmenden Individualisierung der Fahrzeuge jemals automatisiert werden kann.

Es gibt viele Gründe, die dafür sprechen, dass die Arbeitsaufgaben auch in den nicht automatisierten Bereichen nicht so gleichförmig sind, wie es scheint: Störfalle an den Anlagen, fehlerhafte oder verspätete Zulieferungen, mangelhafte Kommunikation und Kooperation, um nur einige zu nennen. Darauf wurde oben bereits kurz eingegangen. Allerdings ist durch die Lean Production Bewegung, die in dem ersten 2000er Jahrzehnt in zunehmenden Maße handlungswirksam wurde, einiges erreicht worden, um Routinearbeit durchzusetzen und abzusichern.

Aber es ging der Lean Production Bewegung nicht nur um die Einhaltung der Routinen wie in den Standardarbeitsblättern vorgeschrieben, sondern auch um die Erfüllung von Anforderungen, die sich aus den übergreifenden prozessbezogenen Anforderungen ergeben. In Bezug auf diese Anforderungen lassen sich auch in den Montagebereichen deutliche Verän-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

derungen beobachten. Im So wird in einer Studie über die Entwicklungen in einem Werk der Getriebefertigung Mitte der ersten 2000er Jahre festgestellt, dass es hier auch im Bereich der „einfachen Arbeit" viele Anzeichen dafür gab, dass sich traditionelle tayloristischen Konzepte zugunsten einer allgemeinen Prozessorientierung auflösten. (Lacher 2006: 76).

Durch Funktionsintegration bei Tätigkeitsbeschreibungen, die Mitarbeit an kontinuierlichen Verbesserungsaktivitäten und die Aufgaben, die im Zielvereinbarungsprozesses übernommen haben, so schreibt der Autor, selbst in dem Werk als Leiter des Bildungswesens tätig, werde das Aufgabenspektrum auch der einfachen Arbeiter wesentlich über die unmittelbaren Arbeitsaufgaben hinaus erweitert.

„Zusammenfassend kann man feststellen", so seine Schlussfolgerung in Bezug auf die Montagearbeiten in seinem Werk, „dass die Montagewerker zum Fachmann nicht nur in Sachen Leistungserstellung, sondern auch ihrer Ableitung, ihrer Beschreibung und Bewertung sowie Verbesserung werden. ... In dieser Perspektive liegt in der modernen Organisation der Getriebemontagen das Potenzial intellektueller und sozialer Beanspruchung, das nun überhaupt nicht zu den standardisierten, manuellen Montagearbeiten zu passen scheint." (Ebd.: 87)

Noch weiter war man in dieser Hinsicht schon einige Jahre davor in dem Projekttarifvertrag der Auto5000 gegangen. Dort hatte man eine Regelung vereinbart, die auch eine entsprechende Neugestaltung der Arbeitsorganisation vorsieht. Als Anforderung wird dort festgehalten:

„Die Arbeitsorganisation ist so zu gestalten, dass [den Beschäftigten] ... abwechslungsreiche und ganzheitliche Arbeitsinhalte übertragen und insbesondere auch ihre Kenntnisse und Fähigkeiten gefordert und gefördert werden." (Projekttarifvertrag 2001, Anlage 3: 24/25 zit. bei Glander 2006: 182)

Im Hinblick auf die erhöhten Anforderungen des Produktionssystems wurden Qualifizierungskonzepte mit dem „Automobilbauer (IHK)" für die Zielgruppe der einfachen Produktionsarbeiter und dem „Prozessinstandhalter (IHK)" für Anlagenführer- und Instandhaltungstätigkeiten neue Berufsbilder außerhalb des regulären dualen Berufsausbildungssystems geschaffen.

Deutlich wird, so lässt sich zusammenfassend feststellen, dass der Trend der Aufwertung von Produktionsarbeit längst auch die Montagearbeiten erfasst hat. Der treibende Faktor hierfür war nicht die Automatisierung, sondern die seit Beginn der 2000er Jahre ausgehandelten Produktionssysteme. (Vgl. dazu Institut für angewandte Arbeitswissenschaft 2002)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

9.6.5 Eine kurze Nachbemerkung zu den Prognosen zur Montagearbeit

2013 legten Frey/Osborne eine vielbeachtete Prognose vor, in der sie präzise die Wahrscheinlichkeit angaben, mit welcher die Beschäftigten in unterschiedlichen Beschäftigungsgruppen und Berufen aufgrund der „Computerisierung" ihrer Tätigkeiten damit rechnen mussten, in absehbarer Zeit ihren Arbeitsplatz zu verlieren. Im Falle der Montagearbeiter lag diese Wahrscheinlichkeit bei 97 Prozent (vgl. Frey/Osborne 2013: Anhang) Die Bewegungsabläufe von Routineaufgaben, so lautet die Annahme, können vollständig kodifiziert werden, sodass Maschinen entsprechend programmiert werden können, um diese Aufgaben selbsttätig durchzuführen. Diese Tätigkeiten erscheinen daher als leicht automatisierbar. Entsprechende Prognosen gab es im Zuge der Darstellung in den vorigen Kapiteln dutzendfach.

Die Montagearbeit gilt allgemein als der Inbegriff von monotoner, repetitiver Routinetätigkeit (vgl. Kurz 1999). Dennoch weist gerade dieser Tätigkeitsbereich den geringsten Automatisierungsgrad auf – trotz erheblicher Bemühungen, ihn zu automatisieren. Einen besseren Beweis für die Irrelevanz von Prognosen, die den Kontext und die Bedingungen in den Bereichen nicht berücksichtigen, in denen die Techniken eingesetzt werden, kann es kaum geben.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

10. Der doppelte Umbruch: Industrie 4.0 und E-Mobilität

10.1 Einleitung

Gegenstand dieses Kapitels sind die sich überlagernden Entwicklungen des Aufkommens neuer Produkt- und Prozesstechniken unter der Bezeichnung Industrie 4.0 auf der einen Seite und des Umstiegs auf die Produktion von E-Fahrzeugen und auf neue Geschäftsmodelle der E-Mobilität in der Automobilindustrie auf der anderen Seite. Die Darstellung erfolgt vor dem Hintergrund der Situation, wie sie sich um das Jahr 2020 darbot und ist zugleich das Ende der Zeitreise, die in diesem Buch unternommen wurde.

Die Darstellung beginnt im Abschnitt 10.2 mit der Beschreibung der neuartigen Industrie 4.0 Techniken, denen das Potential zugesprochen wird, eine neue industrielle Revolution auszulösen. Auf ihrer Basis lassen sich nun, so die Erwartung, viele Zielvorstellung der Vergangenheit, wie CIM zum Beispiel, realisieren.

Im Abschnitt 10.3 geht es um die Umbrüche auf der Ebene der Unternehmen und Betriebe. Als kontrastierende Beispielsfälle dienen die beiden Unternehmen Tesla Motors und VW. Beschrieben werden die Entwicklungen dem Zeitraum von Mitte der 2010er bis zum Anfang der 2020er Jahre. Die Darstellung beginnt mit dem Unternehmen Tesla Motors, dem es gelungen ist, innerhalb weniger Jahre zu einem ernsthaften Konkurrenten der traditionellen Automobilhersteller zu werden und ein Geschäftsmodell für die Ära der E-Mobilität zu entwickeln, das mittlerweile zu einem Leitmodell auch für die traditionellen Automobilhersteller geworden ist. Dieses Geschäftsmodell hat weitreichende Konsequenzen für die Produktion. Im Anschluss wird die Umbruchssituation bei VW und die hier getroffenen Maßnahmen im Hinblick auf die Umstellung auf E-Fahrzeuge und die Einführung neuer Technologien beschrieben.

Die Auswirkungen auf Arbeit sind zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht abzusehen, werden daher in diesem Kapitel nicht mehr näher untersucht.

Die Darstellung befasst sich mit sehr aktuellen Entwicklungen, an der Schnittstelle zur „Echtzeit", um einen Jargon-Begriff schon einmal zu verwenden. Sie unterliegt damit einem hohen Risiko, dass die Entwicklungen auch ganz anders verlaufen als derzeit geplant.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

10.2 Industrie 4.0 – ein Technologiesprung in eine neue Dimension

Die Periode um die letzte Jahrhundertwende war in der Automobilindustrie eine Zeit der Abwendung von Hightech-Visionen und großen Automatisierungsprojekten. Es war die Periode der Implementierung von Lean Production und der Betonung von Effizienz und Rationalisierung.

Während dieser Zeit schritt die Verbreitung von Computern in allen Bereichen der Arbeits- und Lebenswelt voran, und mit ihr die Digitalisierung – die Erfassung der Welt durch Scanner wie Google Cars und Drohnen und der zunehmenden Nutzung von computerassistierten Systemen, die dafür sorgten, dass Daten aus immer mehr Tätigkeitsbereichen zur Verfügung standen. Hinzu kam die zunehmende Verbreitung des Internets und die steigende Leistungsfähigkeit der Telekommunikationstechniken.

Die Miniaturisierung und zugleich Verbilligung von Computern in der Form von Mikroprozessoren machten es möglich, dass mehr und mehr „Dinge" mit Rechnerleistung ausgestattet wurden und so imstande waren, Signale zu empfangen und zu verarbeiten, die Ergebnisse zurückzusenden bzw. anderen Nutzern zukommen zu lassen und auf diese Weise auch untereinander zu kommunizieren. Dies inspirierte die Entwicklung neuer Produkte und eröffnete neue Möglichkeiten der Steuerung von Systemen und Prozessen.

Das große Potenzial der neuen Techniken für militärische und zivile Zwecke (vgl. Lee 2015: 4838) machte sie zu einer politischen Angelegenheit. 2008 wurde das Internet of Things (IoT) in einem Bericht des National Intelligence Council (NIC) als eine von sechs disruptiven Technologien der Zukunft bezeichnet. Das NIC, das die US-amerikanische Regierung in militärischen Fragen berät, sah den damaligen Stand erst als Anfang.

> "By some estimates, the current Internet of Things, a precursor to a hyperconnected future, will reach 64 billion objects by 2025, up from 10 billion in 2018—all monitored in real time. Looking forward, a hyperconnected world could support up to 1 million devices per square kilometer with next generation cell phone systems (5G), compared with the 60,000 devices currently possible with current cell networks, with even faster networks on the horizon." (National Intelligence Council 2021: 63)

Diese neue Infrastruktur schaffte viele Nutzungsmöglichkeiten, sowohl produktbezogen, wie im Falle des autonomen Fahrens, als auch bezogen auf neue Techniken in der Fertigung.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Damit kam auch das Thema der Automatisierung wieder zurück auf die Agenda der Unternehmen. In Deutschland kam der Anstoß, die Chancen des Technologiesprungs zu nutzen, von Wissenschaftlern sowie Vertretern von Unternehmen und Verbänden, die sich 2011 in der Initiative „Industrie 4.0“ zusammengeschlossen hatten. Zur Unterstützung dieser Initiative schuf die Bundesregierung die Plattform Industrie 4.0 und brachte umfassende finanzielle Förderprogramme von Forschung und von Pilotanwendungen auf den Weg. Nach der Zeit der Vorherrschaft der in der Gewerkschaft und der Ingenieurs-Community eher ungeliebten Lean Production bot der neue Technologiesprung die Chance einer Revitalisierung/Modernisierung des Industriestandorts Deutschland.

Die Hauptidee von Industrie 4.0 bestand in der Nutzung sogenannter cyberphysischer Systeme (vgl. Kagermann/Wahlster 2021). Im Kern geht es dabei um die Zielsetzung einer computerintegrierten Fertigung, wie schon in den 1980er Jahren.

Als eine Schlüsseltechnik wurde der digitale Zwilling angesehen. Betrachten wir näher, was sich hinter dieser Bezeichnung verbirgt:

Ein digitaler Zwilling ist das digitale Abbild real existierender Dinge, Strukturen oder Prozesse. Die Daten befinden sich in Computersystemen und auf Servern oft externer Dienstleister (z.B. in einer Cloud). Der digitale Zwilling kann erstellt worden sein, bevor der reale Gegenpart geschaffen wurde oder im Nachhinein durch Digitalisierung der realen Objekte, Strukturen oder Prozesse. Der springende Punkt ist, dass ein wechselseitiger Austausch von Daten zwischen dem virtuellen und dem realen Zwillingsteil möglich ist. Zusammen bilden das Zwillingspaar ein cyberphysisches System. Dem digitalen Zwilling kommt dabei die Führungsrolle zu, denn er ist als Datenmodell vernetzt mit allen anderen Systemen des Unternehmens.

Um die Produktion eines Industrieunternehmens im virtuellen Raum ganz abbilden zu können, bedarf es im Prinzip dreier digitaler Zwillinge: eines Anlagenzwillings, der die Daten beginnend mit der Planung und der Konstruktion von Maschinen und Anlagen bis zu ihrem Betrieb in der Fabrik enthält; eines Produktzwillings, der die produktbezogenen Daten von der Konstruktion bis hin zu ihrer Fertigung und Auslieferung umfassst und eines Fertigungszwillings, der es dem Produktionsmanagement nicht nur ermöglicht, die Fertigung zu steuern, sondern sie auch, gestützt auf Daten aus dem laufenden Betrieb, an veränderte Bedingungen anzupassen. (Vgl. Sendler 2022)

Der digitale Zwilling war eine Vision der Kybernetiker in den 1950er gewesen, inzwischen ist er ein Produkt, das von spezialisierten Unternehmen

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

auf dem Markt angeboten wird. Mithilfe der eigenen „Digital Twin Product Suite", so wirbt beispielsweise eines dieser Unternehmen auf seiner Website, „werden alle Signale, Sensor-Daten, Informationen und Zustände Ihrer Produktion im Zusammenhang mit dem spezifischen Geschäftsprozess in Echtzeit erfasst und in digitalen Akten persistent gespeichert. Damit steht jederzeit die gesamte Historie der Prozesse im vollständigen Wertschöpfungskontext für Monitoring, Analyse und Auswertung mithilfe künstlicher Intelligenz zur Verfügung." (Ascon Systems 2022)

Mit Hilfe der cyberphysischen Systeme ist es nun möglich, so die Erwartung, die Vision der vollautomatischen Fabrik zu realisieren. Das Bild einer entsprechenden Produktion 4.0 in der Automobilproduktion wird in einer Studie einer Autorengruppe von automobilindustrienahen Experten wie folgt beschrieben:

> „Produktion 4.0 erfordert die vollständige Repräsentanz der realen Fabrik innerhalb der Produktions-Prozess-Plattform, in der jedes Ding in Echtzeit über seine IP-Adresse oder sein RFID-Tag ansprechbar und steuerbar ist. Auf der Plattform fließen alle Dinge zusammen. Jedes Betriebsmittel ist mit einer IP-Adresse versehen und lädt seine Konfigurationen automatisch. Auch jedes Ding – Regal, Teil, Behälter und so weiter – hat eine IP-Adresse. Die Zuweisung zu Teilen wird ebenfalls in der Planung hinterlegt. So weiß beispielsweise das programmierbare intelligente Schraubwerkzeug (der EC-Schrauber) automatisch, wie viele Umdrehungen für eine spezifische Schraube an deinem Teil zu machen sind. … Fertigung und Logistik sind im selben Planungs- und Steuerungswerkzeug – der Produktions-Prozess-Plattform – abgebildet." (Ziemke et al. 2016: 58f.)

Der Aufwand, der dafür erforderlich ist, um solche System- Plattformen zu betreiben, lässt sich nur erahnen. Es geht aber nicht nur um die Produktion, sondern gerade auch um die Vernetzung der Daten der operativen Prozessebene mit denen anderer Geschäftsbereiche und mit den Management-Entscheidungs-Systemen. Wie später noch deutlich wird, stellt die Entwicklung der dafür erforderlichen integrierten Datenarchitektur gegenwärtig eine große Hürde für Automobilunternehmen dar. Einige der damit verbundenen Schwierigkeiten sollen im Folgenden kurz betrachtet werden.

Der digitale Zwilling ist ein Beispiel für die Annäherung zwischen der Welt der Fertigungstechnologie, der Hardware an Maschinen und Anlagen

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

(Operation Technology, OT), und der Informationstechnologie (IT). OT und IT[153] waren zuvor getrennte Welten.

Die bislang segmentierte Struktur mit ihren jeweils eigenen Formaten für die Erfassung und Speicherung von Daten und jeweils eigenen Zugangsbedingungen für die Nutzer gilt es nun aufzubrechen, um Verknüpfungen zu ermöglichen. So konnten die Daten der betriebswirtschaftlichen Systeme, beispielsweise des ERP-Systems, das hier eine Schlüsselstellung einnimmt, bisher nicht mit der unmittelbaren Steuerungsebene der Anlagen verknüpft werden. Auf Basis einer gemeinsamen Dateninfrastruktur sollen die verschiedenen Ebenen der Unternehmenssteuerung nun miteinander kommunizieren können.

Die Anforderungen an die Steuerung und die Kommunikation in den Bereichen der OT und der IT unterscheiden sich allerdings sehr.[154] Im OT-Bereich ist eine Echtzeitsteuerung erforderlich, d.h. Datenübermittlung findet innerhalb von Millisekunden statt, und es ist ein hoher Standard bei der Datensicherung erforderlich. Die Kommunikation erfolgte bisher in geschlossenen Systemen mit proprietären Protokollen. Die IT-Netzwerke sind demgegenüber eine offene Welt. Man programmiert über Open Systems, die Qualitätsanforderungen sind lockerer. Hier geht es um die Erstellung der Software und um IT-Services, und die entsprechenden Leistungen werden oft von Akteuren des sogenannten Ökosystems erbracht.

Die Annäherung von OT und IT bedeutet nicht nur große technische Herausforderungen, sondern auch soziale und organisatorische. Das betrifft Fragen der Zusammenarbeit und der Überbrückung der Denk- und

153 Diese Kurzformel wird in der Diskussion oft benutzt. Bezogen auf IT wäre ein C für Communication noch hinzuzufügen.

154 Dieser Struktur voneinander getrennter Softwaresysteme und der zugehörigen Daten wird abgebildet in dem sog. Schichtenmodell, das in der Grundstruktur unter der Bezeichnung „Automatisierungspyramide“ bereits 1988 entwickelt wurde (ISA88 und ISA95). Danach ist die IT auf den obersten beiden Ebenen 4 und 5 zuständig: Auf der Ebene 5 befinden sich die Systeme der strategischen und betriebswirtschaftlichen Steuerung (beispielsweise das ERP-System); auf der Ebene 4 sind die Systeme für die operative Steuerung der Produktion einschließlich der Produktionsplanung, der Qualitätssicherung, Logistik usw. angesiedelt. Die OT ist für die darunterliegenden Ebenen 3 bis 1 verantwortlich: auf Ebene 3, der sog. Automatisierungsebene, liegen die Systeme für die operative Steuerung, Überwachung und Datenerfassung der technischen Prozesse, auf der Ebene 2 die Systeme für die Maschinen- und Anlagensteuerung und auf Ebene 1 – auch als Feldebene bezeichnet – die Systeme für die Steuerung der Ein- und Ausgabefunktionen der Vielzahl der einzelnen Geräte, die in der Produktion eingesetzt werden.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Arbeitsweisen unterschiedlicher Disziplinen: Ingenieure, Informatiker, Betriebswirte, usw. Die Zusammenarbeit war in der Vergangenheit häufig von Missverständnissen und einem „Aneinander-Vorbeireden" geprägt (Frahler 2022). Ein weiteres Problem ist, dass immer noch Datenformate teilweise nicht eingehalten und Daten nicht „gepflegt" werden und dadurch die „Durchgängigkeit" der Daten d.h. ihre Verwendbarkeit in anderen Funktionszusammenhängen nicht gegeben ist. Dies war schon eine der Hauptursachen für das Scheitern von CIM in den 1980ern gewesen und ist noch immer ein zentrales Problem.[155]

Neben dieser neuartigen Steuerungsinfrastruktur für (groß-)technische Systeme werden auch eine Reihe anderer Technologien als Teil von Industrie 4.0 genannt; in der Literatur finden sich unterschiedliche Auflistungen. Der Vorsitzende des Weltwirtschaftsforums, Schwab, der Industrie 4.0 zum zentralen Thema der Weltwirtschaftskonferenz in Davos 2016 machte und dadurch zur weltweiten Verbreitung dieses Begriffs beitrug, zählte dazu: selbstfahrende Kraftfahrzeuge, den 3D-Druck, fortgeschrittene Robotik und neue Materialien; er bezeichnet sie als die „vier materielle[n] Manifestationen der Vierten Industriellen Revolution" (Schwab 2016: 29). Ziemke et al. (2016: 47) nennen: Big Data in der Produktion, Process Mining; Predictive Maintenance; 3D-Druck, Drohnen und Cobots. In jüngster Zeit richten sich die Erwartungen immer häufiger an die Künstliche Intelligenz (KI).

Industrie 4.0 ist in den Betrieben ein Thema für Experten, vorangetrieben von den Zentralstäben. Der Beitrag des Shopfloor und sein Problemlösungspotenzial erscheinen wenig relevant.

So prognostizierten Ziemke et al., um nur ein – für die Diskussion über die Montageautomatisierung einschlägiges – Beispiel zu nennen, (in Fortsetzung der Tradition überzogener Prognosen) im Jahre 2016:

> „Spätestens in sechs Jahren ist mit der zweiten Generation von hochflexibler Industrie-robotik zu rechnen, die dann zu wirtschaftlichen Kosten einen Großteil der komplexen Produktionstätigkeiten von Menschen übernehmen kann." (Ziemke et al. 2016: 38) Diese Roboter seien dann nicht mehr stationär, sondern begeben sich flexibel selbst an den jeweiligen Einsatzort – ganz ähnlich wie der Mensch." (Ebd.: 35)

155 Die Unternehmen nutzen dabei oft die Systeme und Dienstleistungen von Softwareunternehmen wie SAP. Aber die Anpassung an die unternehmensspezifischen Prozesse erweist sich als schwierig, es gibt eine lange Liste gescheiterter Großprojekte (vgl. dazu Kroker 2018).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Mit dieser Generation von Robotern, so erklären sie schließlich, werden „rund 80 bis 90 Prozent der heute noch manuell durchgeführten Tätigkeiten in der Produktion wirtschaftlich automatisierbar sein." (Ebd.: 40)

Die 4.0-Technologien haben sich in den ersten Jahren langsamer verbreitet als erwartet (vgl. den Monitoring-Bericht des BMWi 2019). In vielen Fällen handelt es sich bisher immer noch um Pilotanwendungen, um Erfahrungen zu sammeln. Dementsprechend ergaben Untersuchungen von arbeitssoziologischer Seite, wie Hirsch-Kreinsen, feststellt, keinen eindeutigen Trend der Entwicklung der Arbeit. Ursache sei die Multifunktionalität der Technologe in mit ihren spezifischen Gestaltungskorridoren für Arbeit, die wiederum in sehr unterschiedlicher Weise von den Unternehmen genutzt werden können. (Hirsch-Kreinsen 2020: 50). Butollo et al. (2021) diagnostizieren eine „disparate Empirie".

Auf die Produktivitätsentwicklung haben sich die Industrie 4.0 Technologien bisher noch nicht ausgewirkt. (2016: 589) Das niedrige Produktivitätswachstum, auf das Gordon (2016: 589) verweist, der es daher auch ablehnte von einer vierten industriellen Revolution zu sprechen, wird auch von neueren Untersuchungen bestätigt. (Vgl. Goldin et al. 2023) Erklärungen wie die von Brynjolfssson/McAfee (2014), die von möglichen Messfehlern und von einem Time Lag ausgehen können, so diese neueren Untersuchungen, die enttäuschende Performanz nicht erklären.

Industrie 4.0 steht für eine Ingenieursvision, in der Probleme durch Technik gelöst werden. (Vgl. kritisch: Brödner 2018) Die starke Technikorientierung der Industrie 4.0 Bewegung hat die Europäische Kommission veranlasst, Bestrebungen zu fördern, Gestaltungskonzepte für den Einsatz der neuen Techniken zu entwickeln, die den Menschen in den Mittelpunkt stellen. Um diese Zielsetzung auf der gleichen Bedeutungshöhe der Vorgängerrevolution zu positionieren, wurde dafür der Begriff Industrie 5.0 geprägt. Dem Bericht einer Initiativgruppe zufolge (Breque et al. 2021) hat Industrie 4.0 den Schwerpunkt bisher zu sehr auf die Digitalisierung der Prozesse und die Nutzung von Künstlicher Intelligenz gesetzt, um Produktivität und Effizienz zu erhöhen, und dabei die Rolle der am Produktionsprozess beteiligten Mitarbeiter vernachlässigt. Die Technik müsse dem Menschen dienen und nicht umgekehrt. (vgl. zu entsprechenden neueren Ansätzen in der Arbeitsforschung: Dhondt et al. 2023)

Ein anderer, weniger stark Top Down und von Experten vorangetriebener Ansatz ist (wieder einmal) in japanischen Unternehmen zu beobachten, prototypisch dabei ist Toyota. Hier soll kurz auf Befunde einer Untersuchung über die Einführung von Industrie 4.0 Technologien in Produktions-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

betrieben verwiesen werden, die von einem Projektteam unter Beteiligung des Autors, im November 2019 in japanischen Unternehmen durchgeführt wurde (vgl. Holst et al. 2020; Modukai et al. 2021).

Gemeinsam war diesen Ansätzen die ausgeprägte Shopfloor-Orientierung, ihr Low-Cost-Ansatz, der Respekt für das praktische Wissen der Produktionsarbeiter. Die Digitalisierungsaktivitäten wurden nicht nur in erster Linie vom oberen Management oder spezifisch eingerichteten Stabstellen vorangetrieben, sondern auch auf dem Shopfloor – von den verantwortlichen Führungskräften bis zu den „einfachen" Produktionsarbeitern. In mehreren Unternehmen lag der Fokus auf der Unterstützung von Kaizen-Aktivitäten. Die digitalen Technologien wurden eingesetzt, um die Datenbasis für den Kaizen zu verbessern und um den Aufwand der Mitarbeiter für die Datengenerierung zu reduzieren – aber nicht um damit Experten zu informieren, damit diese die Probleme lösen. Die Unternehmen waren sehr darauf bedacht, die Beteiligung der Produktionsarbeiter an Problemlösungen und Verbesserungsprozessen nicht zu untergraben (ebd.).

Soweit zu den teils in der Tat revolutionär erscheinenden neuen Technologien der Industrie 4.0, nun kommt mit der Rückkehr in die Automobilwelt ein scharfer Cut in der Darstellung, aber auch hier geht es um einen nicht weniger revolutionär erscheinende Entwicklungen.

10.3 Der Beginn der Ära der BEV bei Tesla und VW

10.3.1 Teslas als Disruptor und als Leitmodell

Tesla Motors begann 2003 als ein Start-up-Unternehmen für die Herstellung von Automobilen mit batterie-elektrischem Antrieb (BEVs). Ende der 2010er Jahre galt das Unternehmen als neues Leitmodell in der Automobilindustrie auf diesem inzwischen rasch wachsenden Geschäftsfeld. Bei der Entwicklung des Unternehmens spielte Elon Musk eine wichtige Rolle, die in mancher Hinsicht vergleichbar ist mit der von Henry Ford.[156] Musk war aber kein von Maschinen faszinierte Bastler und Erfinder, sondern war als Investor in ein Gründerteam eingestiegen, nachdem er sein Geld als Mitbegründer eines Finanzdienstleisters (PayPal) gemacht hatte (vgl. zu seinem Werdegang: Vance 2015). Sein Interesse galt nicht dem Automo-

156 Die wichtigste Quelle für das Folgende ist das (Kindle-) Buch von Morris (2021). Ansonsten beruht die Darstellung weitgehend auf Internet-Quellen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

bilbau per se, sondern größeren Unternehmungen: der Raumfahrt und dem Geschäft mit Satelliten, grüner Energie, neuen Verkehrssystemen und in jüngster Zeit Social Media. Auf diese Weise entstand ein riesiges Konglomerat nicht zusammenhängender Unternehmen, eine völlig neuartige (und beunruhigende) Zusammenballung von wirtschaftlicher Macht. Die Abhängigkeit all dieser Unternehmungen von Elon Musk bildet ein hohes Risiko, das wird in jüngster Zeit durch seine Aktivitäten bei Twitter sehr deutlich. Aber es geht im Weiteren nicht um Musk, sondern nur um sein Automobilunternehmen.

Im Vordergrund stand bei Tesla Motors (im Weiteren Tesla) die Entwicklung eines geeigneten Produkts. Für das erste Fahrzeugmodell wurde ein Designwettbewerb für einen Sportwagen mit batterieelektrischem Antrieb ausgeschrieben, der zu einer Partnerschaft mit dem Sportwagenhersteller Lotus führte. Die Auslieferung des ersten Fahrzeugmodells, des Roadster, der von Lotus in Großbritannien hergestellt wurde, erfolgte 2008. Nach heftigen Auseinandersetzungen mit Personen des ursprünglichen Gründungsteams übernahm Musk im selben Jahr die Führung bei Tesla und wurde wie Henry Ford praktisch zum Alleinherrscher im Unternehmen.

Zu der Zeit hatte man bei Tesla bereits mit den Vorbereitungen für ein zweites Modell begonnen, das Modell S – eine Kombilimousine der Oberklasse. Der Beginn der Serienproduktion des Modells S war 2012. Das Fahrzeugmodell war ein großer Erfolg. Es wurde zum „Automobil des Jahres“ 2013 gekürt; das Branchenjournal *Road & Track* bezeichnete es als „most important car in America's history“ (vgl. Morris 2021: 189). Nachdem der amerikanische Automobilmarkt (außer im Bereich der Light Trucks) seit den 1980er Jahren weitgehend von japanischen Herstellern dominiert war, wurde der Erfolg Teslas als Zeichen für die Rückkehr dieser Industrie in die USA gesehen – als dem Land, das die Automobilindustrie hervorgebracht und das durch sie groß gemacht wurde. Das Modell S war in den Jahren 2015 und 2016 das meistverkaufte Elektroauto der Welt und 2017 das meistverkaufte Auto der Oberklasse einschließlich der Verbrennerfahrzeuge in Europa und den USA überhaupt. Hergestellt wurde es in dem früheren Werk des Joint Venture Unternehmens von General Motors und Toyota (NUMMI) in Fremont in Kalifornien, das man aufgrund des Bankrotts GMs durch die Krise 2008 günstig erworben hatte. In der Folge siedelten sich in Kalifornien eine Vielzahl von Zulieferern an. Dies alles waren sehr symbolträchtige Vorgänge: die neue Automobilindustrie rückte in die Nähe des Silicon Valley und ließ sich von dort befruchten.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Das Modell S wies, wie schon der Roadster, beeindruckende Beschleunigungswerte auf: bei den Modellen mit der niedrigsten Energieausstattung von 0 auf 100 Stundenkilometer in 6,8 Sekunden, bei denen mit der höchsten Energieausstattung waren es 2,3 Sekunden). Der Beschleunigungswert wird in den Fahrzeugbeschreibungen bei allen Tesla- Modellen besonders vermerkt, um zu demonstrieren, dass die eigenen E-Fahrzeuge selbst die prestigeträchtigsten Fahrzeugmarken unter den Verbrennerfahrzeugen auf der Highway hinter sich lassen können. Auch in Bezug auf die Produkte, das Fahrzeugdesign und andere Charakteristika knüpfte man an die bestehenden Bewertungsmuster und Gewohnheiten an, auf den Straßen waren die Fahrzeuge kaum unterscheidbar von denen der traditionellen Hersteller.

Ähnlich wie bei Henry Ford war das Bestreben darauf gerichtet, die Kontrolle über die gesamte Wertschöpfungskette zu gewinnen, so entschied man sich frühzeitig für den Bau eines eigenen Batteriewerks und bemühte sich um den Aufbau eigener Kompetenzen auf dem Gebiet der Batteriezellen. Auch bei der Technologie für das autonome Fahren, die zunächst von einem externen Zulieferer beigesteuert wurde, setzte man bald auf eine Eigenfertigung. Nur unter großen Konflikten setzte man auch auf den Direktvertrieb der Fahrzeuge und unterband den Verkauf durch unabhängige Händler. Das Ziel war, den direkten Kundenkontakt selbst gestalten zu können.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung des Modells S hatte Tesla Grundentscheidungen für die technische Auslegung seiner Fahrzeuge und für sein Geschäftsmodell getroffen, die sich grundlegend von dem der traditionellen Hersteller unterschieden. Diese Entscheidungen sollen im Folgenden näher betrachtet werden.

Tesla war das erste Unternehmen, das ein batteriebetriebenes Fahrzeug von Grund auf neu entwickelte (vgl. zum Folgenden Morris 2021; Boes/Ziegler 2021). Auf die Weise konnte man die Vorteile eines BEV voll zur Geltung bringen, während die traditionellen Hersteller Kompromisslösungen eingehen mussten, um bestehende Plattformen zu nutzen oder Gleichteile verwenden zu können.

Eine grundlegende Konstruktionsentscheidung war, das schwere Batteriepacket in den Unterboden des Fahrzeugs zu integrieren. Die Elektromotoren für den Antrieb befanden sich an den Achsen darunter. Der Platz darüber stand ganz für Passagiere und Gepäck zur Verfügung. Keine andere Limousine auf dem US-Markt hatte so viel Platz im Innenraum. Hinzu kam, dass das Fahrzeug einen hohen Insassenschutz bot, da der Vorderwa-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

gen allein als Knautschzone konstruiert werden konnte, und kein Motor drohte, im Falle eines Unfalls in den Innenraum zu schießen. Neben dem geräumigen Innenraum war der riesige Touch-Screen des Infotainmentsystems die Hauptattraktion. Er integrierte zahlreiche Fahrzeugfunktionen wie Navigation, Telefon, Internetverbindung und andere. Weil diese Funktionen über das Touchscreen gesteuert wurden, konnten sie, wie bei einem Smartphone, ohne Werkstattbesuch, „over the air" (OTA) upgedated werden (vgl. dazu Amadeo 2017).

Die wichtigste Innovation aus Sicht der Experten aber betraf die Steuerung der im Fahrzeug eingesetzten Elektronik und Software

Bei der Entwicklung des Modells S wurde erstmals das Prinzip „Software First" angewandt. Man begann nicht mit dem Design und der Konstruktion der Hardware, sondern, wie es die Systemingenieure der Silicon-Valley-Tech-Unternehmen gewohnt waren, mit der Software (vgl. Magney 2019). Tesla integrierte im Modell S erstmals alle softwaregesteuerten Funktionen in ein übergreifendes Betriebssystem. An die Stelle der Vielzahl von dezentralen Computern mit Spezialaufgaben trat eine zentralisierte Computersteuerung, die es ermöglichte, die Anwendungen besser und einfacher zu koordinieren und miteinander zu verknüpfen. Hier werden nun die Bezüge zu der Darstellung im vorigen Abschnitt erkennbar.

Die Aufgabe, eine integrierte Systemarchitektur und das entsprechende zentralisierte Betriebssystem zu entwickeln, stellte die traditionellen Hersteller aber aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Fahrzeugmodelle und der von unterschiedlichen Zulieferern hergestellten Geräte vor ungleich größere Probleme, als sie von Tesla in der Gründungsphase zu bewältigen waren.

Die traditionellen Hersteller konnten aber nicht umhin, sich dieser Aufgabe zu stellen. Der Hintergrund war das seit den 1990er Jahren ständige Anwachsen der Zahl von Steuerungssystemen in den Fahrzeugen – von der Steuerung der Motorleistung und der Abgasanlage, den Komfortanwendungen (wie elektrische Fensterheber, verstellbare Sitze), dem Infotainmentsystem bis hin zur wachsenden Zahl von Fahrerassistenzsystemen (etwa elektronische Stabilitätskontrolle, Rückwärtsfahrhilfe und Einschlafwarner), jedes versehen mit einer eigenen Steuerungseinheit (ECU) bestehend aus einem Mikroprozessor, Speicher und eigener Software. Neuere Oberklassenfahrzeuge verfügten inzwischen über mehr als 70 solcher Computersysteme. Die Systeme wurden jedoch zumeist von externen Unternehmen zugeliefert und auf die Lebensdauer der Fahrzeuge hin konstruiert. Die ECUs waren also moderne Einzweckgeräte. Änderungen und Zusatz-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

funktionen vorzunehmen, war schwierig oder unmöglich. Die Steuerungsstruktur bestand, so Morris (2021: 218), aus einem „mismatch of separate, incompatible computer systems".

Das Prinzip „Software First" machte das Fahrzeug zu einem rollenden Computer. Weitere Schritte zur Automatisierung des Fahrens wurden damit wesentlich erleichtert und beschleunigt. Die Vorteile einer zentralen Steuerung durch einen internetvernetzten Computer[157] waren offensichtlich. Wie beim Smartphone konnte das Fahrzeug auf diese Weise personalisiert werden und die Kunden von einem wachsenden Angebot an Apps profitieren, die von Drittanbietern bereitgestellt werden. Ein weiterer, oben schon genannter Vorteil: Leistungsverbesserungen und neue Funktionalitäten konnten über Software-Updates über das Internet installiert werden, wie es bei den Smartphones schon gängige Praxis war. Das Problem der unterschiedlichen Dauer der Innovationszyklen von Hardware und Software bei Automobilen war damit wesentlich geringer geworden. In der Produktion bedeutete es unter anderem weniger Aufwand mit der Verkabelung (weniger komplexe Kabelstrukturen) in der Fahrzeugmontage.

Die Grundannahme des „Software First"-Prinzips war, dass potenzielle Käufer sich nicht mehr in erster Linie aufgrund von Merkmalen der Hardware für den Kauf eines Fahrzeuges entscheiden würden, sondern aufgrund der Funktionalitäten der Software und der Gestaltung der Benutzerschnittstellen – wie Grafikgestaltung, Sprachsteuerung, Reaktionszeit. Da die bisherige Produktdifferenzierung durch das Angebot unterschiedlicher Motor- und Getriebekombinationen bei den BEVs entfiel, war die Entwicklung neuartiger Differenzierungsmöglichkeiten der Fahrzeuge von wesentlicher Bedeutung. Der Ansatz Teslas war, diese Differenzierungsmöglichkeiten bei der Software maximal zu nutzen, bei der Hardware aber die Anzahl von Varianten und Optionen zu reduzieren, um die Produktion zu vereinfachen und so Kosten einzusparen. So gab es im Falle der bis hier genannten Fahrzeugmodelle, aber auch bei den späteren Modellen, nur eine Karosserievariante, bei den zentralen Fahrzeugmodellen der traditionellen Automobilhersteller waren es oft vier und mehr. Umso wichtiger wurde nun die Suche nach möglichen neuen Kundenbedarfen für attraktive „Apps".

157 Zentralisierung bedeutet nicht die Steuerung aller Software durch nur einen einzigen Computer. Magney: "There will be distributed processing that optimizes the system and reduces the workload on the domain controller. There will need to be several accelerators pushed out to the edge to deal with so much data. Sensor modules, breaking control modules, body control modules, lighting modules, etc. "(Ebd.)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Hier kommt das autonome Fahren ins Spiel. Das autonome Fahren wurde in der Zeit der Gründung Teslas im Silicon Valley als „Next Big Thing" angesehen und Tesla war bestrebt, das neue Geschäftsfeld frühzeitig zu besetzen. Offenkundig entsprach es auch einem Trend auf Seiten der Käufer, die sich während des Fahrens stärker dem Smartphone widmen wollten. Um das autonome Fahren zu ermöglichen, müssen aber auch bezogen auf die Fahrumwelt und Verkehrsinfrastruktur eine Vielzahl von Veränderungen vorgenommen und regulatorische Maßnahmen getroffen werden. In den USA wurden auf einzelstaatlicher Ebene dafür sehr weitreichende Freiräume geschaffen. So erlaubt beispielsweise der Staat Michigan seit 2016 Unternehmen das Testen selbstfahrender Fahrzeuge auf den öffentlichen Straßen ohne Fahrer am Steuer. Erlaubt sind autonom fahrende Taxis und im Verbund fahrende autonome LKWs, wobei hier noch ein Mensch an Bord sein muss. In anderen Bundesstaaten gelten ähnliche Regelungen (vgl. Krisher 2016).

Das autonome Fahren eröffnet, so ist die Erwartung, ein weites neues Feld von Differenzierungsmöglichkeiten im Produktangebot. Es stellt einen Eckpfeiler für das Geschäftsmodell Teslas dar und entsprechend hoch waren (und sind) die Bemühungen, hier eine marktführende Rolle einzunehmen und die Bereitschaft, hierfür Risiken einzugehen. Bereits das Modell S verfügte über einen Autopiloten, der das autonomen Fahrens auf Level 2 der Stufenleiter autonomen Fahrens ermöglichte.[158] (vgl. Herrmann/Brenner 2018: 59f.). Eingesetzt wurde das System eines externen Herstellers; aber bald danach entschied man sich für eine Eigenfertigung.

Das von Tesla selbst entwickelte System ermöglichte (im Prinzip) das Fahren auf Level 4. Es verwendet ein selbstentwickeltes Sensorsystem und der Betrieb wird gesteuert von einem Hochleistungscomputer; die kartografischen Daten und die Informationen über die aktuelle Verkehrssituation

158 Level 1: Das Auto verfügt über einzelne unterstützende Systeme, z.B. ein Antiblockiersysteme (ABS) oder ein Elektronischen Stabilitätsprogramm (EPS); Level 2: Automatisierte Systeme übernehmen Teilaufgaben (z.B. Spurwechselassistent, automatische Not-bremsung); die FahrerInnen müssen aber weiterhin ihre Hände am Lenkrad halten, um jederzeit selbst die Kotrolle über das Fahrzeug übernehmen zu können; Level 3: Das Fahrzeug kann streckenweise selbsttätig beschleunigen, bremsen und lenken. Bei Bedarf fordert das System die FahrerInnen aber auf, die Kontrolle zu übernehmen; Level 4: In Normalbetrieb kann das Fahrzeug völlig autonom fahren. Der Fahrer hat aber die Möglichkeit, einzugreifen und das System zu „überstimmen". Level 5: Vollautomatisierter, autonomer Betrieb des Fahrzeugs ohne die Möglichkeit (und Notwendigkeit) des Eingreifens durch den Fahrer.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

werden kontinuierlich von den Tesla-Fahrzeugen auf den Straßen bereitgestellt.

Das Fahren auf Level 4 ist keineswegs gefahrlos möglich, es kommt immer wieder zu gravierenden Unfälle, eine Flotte von Testern, viele davon Privatpersonen aus eigener Initiative, ist auch heute noch unterwegs und das System wird auf Basis der Rückmeldungen upgedatet. Die Entwicklungen auf diesem Gebiet sollen hier aber nicht mehr weiter verfolgt werden.

In den ersten zehn Jahre lag der Schwerpunkt bei Teslas auf produktbezogenen Fragen, dies änderte sich mit dem nächsten Fahrzeugmodell dem Modells 3, mit dem das Unternehmen den Schritt zu einer Massenproduktion unternehmen wollte. Nun geriet die *Produktion* in den Fokus.

Die Vision, die Musk 2016 bezogen auf die Produktion entwickelt hatte, war eine hochautomatisierte Fertigung, ausgestattet mit einer extraterrestrisch anmutenden Produktionsmaschinerie, einem „Alien Dreadnought", so seine Bezeichnung (Alvarez 2020), ins Deutsche übersetzt bedeutete es so etwas wie ein „Monster aus dem Weltraum". Seine Werke sah er als Maschinen. „The machine that builds the machine" war eine häufig von ihm verwandte Bezeichnung für die Vision einer Fabrik, wie er sie anstrebte.

Hergestellt wurden die Fahrzeuge ab dem Modell S, wie oben schon erwähnt, im kalifornischen Werk Fremont, das man von General Motors übernommen hatte. In diesem Werk waren zuvor unter Toyota-Management die Fahrzeuge des Joint Ventures von GM-Toyota (NUMMI) hergestellt worden. Mit dem Kauf übernahm man also eine produktionserfahrene Belegschaft. Schon für das Modell S und dem wenig später auf dessen Plattform gebauten Modell X hatte man die Zahl der Roboter aufgestockt. Für die Produktion des nun folgenden Modell 3 gab es mehr als tausend Roboter im Werk (DeBord 2020; Boudette 2018). Einer Aussage von Musk zufolge war die Fertigung im Bereich des Karosseriebaus zu 90 %, die in der Montage zu 10 % automatisiert, also ähnlich wie bei vielen traditionellen Automobilherstellern.

Die Produktion des Modells 3 begann im Juli 2017. Es gab enorme Schwierigkeiten. Musk bezeichnete die Situation als „Manufacturing Hell" und verbrachte seine Nächte über mehrere Wochen in der Fabrik. Offensichtlich hatte man überautomatisiert. Auf eine Vorserienproduktion, bei der die Fahrzeuge zunächst noch mit provisorischen Betriebsmitteln zusammengebaut werden, um die Abläufe zu optimieren und die Belegschaft zu schulen, wie bei den traditionellen Automobilherstellern üblich, hatte man verzichtet. Man verließ sich auf die Optimierung mittels avancierter Simulationsmethoden am Computer.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Schließlich wurde die Modell 3-Linie für einige Tage stillgelegt und viele Roboter entfernt; an ihre Stelle traten mehrere hundert Arbeiter. Musk erklärte: „Yes, excessive automation at Tesla was a mistake. (…) Humans are underrated." (Zit. nach Morris 2021: 343) Es war eine Zeit lang unklar, welche Schlussfolgerungen man bei Tesla aus dieser Erkenntnis ziehen würde, aber es wurde bald deutlich, dass die „Humans" auch in Zukunft keine zentrale Rolle in der Produktion spielen sollten.

Es dauerte fast zwei Jahre bis Tesla die Anlaufschwierigkeiten überwunden hatte. Bei anderen Herstellern mag dies angesichts des bisherigen Erfolgslaufs Teslas mit einer gewissen Erleichterung aufgenommen worden sein. Die Produktion war ganz offensichtlich die Achillesferse von Tesla, und man musste sich in dieser Phase viel Spott gefallen lassen; diese Schwäche wurde zu einem zentralen Thema auf Investorenkonferenzen.

Dass es zu so großen Problemen kam, war keine Folge mangelnden Wissens auf Seiten des Managements. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit Toyota[159] und Mercedes Benz konnte man sich mit den Methoden dieser beiden Hersteller vertraut machen. Die eigentliche Ursache lag tiefer. Es ging dem Unternehmen nicht um eine schlanke, effiziente Produktion und um die Einführung von Best Practice Methoden bei den traditionellen Herstellern.

> "Our approach", erklärte der damalige Produktionsleiter später, "was to adopt improvements as soon as they were ready. This meant we were implementing up to 50 changes per week This approach created minor inefficiencies in our manufacturing system. Yet what was more important: Extracting a couple percentage points of manufacturing efficiency, or building a product that was rapidly improving and pulling farther ahead of the competition?" (Zit. nach Morris 2021: 303)

Es dauerte lange bis das Modell 3 in nennenswerten Stückzahlen hergestellt werden konnte. Mit der Zunahme der Stückzahl stieß das Werk Fremont, in dem bisher alle Modelle (auf unterschiedlichen Linien) hergestellt wurden,

159 Mercedes Benz ging mit Tesla eine Zusammenarbeit bei der Entwicklung einer E-Version des Smart und als Zulieferer von Batteriepaketen für die B-Klasse ein; 2009 übernahm Mercedes Benz 10% der Aktien von Tesla, das sich damals wirtschaftlich sehr schwierigen Situation befand; 2014 wurden die Aktienverkauft. Toyota ging ein ähnliches Arrangement ein und erwarb 2010 Tesla-Aktien und beendete 2017 die Zusammenarbeit mit Tesla. In diesen Projekten hatte Tesla Einblick in die Produktionssysteme der beiden traditionellen Hersteller. (Vgl. Taylor et al. 2022)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

an seine Grenzen, es mussten neue Werke errichtet werden. Nun kam die Zeit der „Gigawerke".[160]

Die Bezeichnung ist nicht nur Ausdruck des Bestrebens die bisherigen Unternehmen in allem zu übertrumpfen, sondern auch für die angestrebten Globalisierung. Die Werke waren mit einer Kapazität für eine Jahresproduktion von 500.000 und tendenziell einer Million Fahrzeugen waren deutlich größer als die inzwischen bei den traditionellen Herstellern üblichen Werke. Sie sind damit ein deutliches Déjà-vu im Hinblick auf die Ford-Werke Highland Park und River Rouge.

Die erste Generation ging Anfang der 2020er Jahre in Betrieb, hierbei handelte es sich um ein Werk in China (in Shanghai), einem in Deutschland (in Grünheide bei Berlin) und einem in den USA (in Austin, Texas). Das Ziel für 2030 war eine Jahreskapazität für die Produktion von 20 Mio. Fahrzeugen, das würde den Bau einer Vielzahl weiterer solcher Gigawerke in der Zukunft bedeuten.

Über die Produktions- und Arbeitsorganisation in den Gigawerken ist wenig bekannt. Was in die Öffentlichkeit dringen darf, wird strikt von Unternehmen kontrolliert. Ein Thema über das man gern berichtete, war der Einsatz neuer möglichst spektakulärer neuer Technologien in der Fertigung. Die Vision des „Alien Dreadnought" war nach den Problemen mit dem Anlauf des Modell 3 keineswegs aufgegeben wurden. Das große Interesse, das die Einführung des sog. Gigacasting erregte, half die Manufacturing Hell Episode zu vergessen. Im Folgenden soll diese disruptive Innovation näher betrachtet werden.

Hierbei handelt es sich um Anlagen, die große Teile der Karosserie in einem einzigen Gießvorgang im Aluminiumdruckgussverfahren herstellen, anstatt sie durch das Zusammenschweißen einer Vielzahl von Einzelteilen durch Roboter zu fertigen, wie es bei traditionellen Herstellern der Fall ist.

Gigaanlagen wurden zuerst für die Herstellung von Hinterwagenmodulen eingesetzt, wo zwei solcher Maschinen jeweils die linke bzw. rechte Hälfte herstellten. Die beiden Anlagen ersetzten 300 Roboter. In der nächsten Ausbaustufe war der Einsatz der Gigamaschinen entsprechender Anlagen auch für den Vorderwagen vorgesehen. In der weiteren Perspektive

160 Der Begriff wurde von Musk zuerst bezogen auf das Batteriewerk in Nevada benutzt, es wird heute als Gigawerk 1 bezeichnet. Das Gigawerk 2 ist eine Fabrik für Solardächer in Buffalo im Staat New York. Für den Fahrzeugbau waren drei Gigawerke gebaut: das Gigawerk 3 in China (Shanghai), das Gigawerk 4 in Deutschland (Grünheide bei Berlin) und das Gigawerk 5 in den USA (Austin in Texas).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

sollen sie auch für den Gesamtaufbau der Karosserie eingesetzt werden. Erkennbar ist, dass der Einsatz der Maschinen genau an den neuralgischen Stellen des Karosseriebaus erfolgt, der für die man bei VW zu dem Einsatz der Framer eingeführt hat, über die im vorigen Kapitel berichtet wurde.[161]

Der Einsatz dieser Anlagen führt dazu, dass eine Vielzahl von Tätigkeiten und Maschinenfunktionen entfallen. Zum ersten betrifft dies die Herstellung vieler Einzelteile, die bisher in den Presswerkstrassen oder integrierten Anlagen in jeweils mehreren Schritten gefertigt wurden; es geht dabei um mehrere hundert Einzelteile. Zum zweiten entfallen die Tätigkeiten des Verschweißens der Teile im Karosseriebau. Die Betroffenen im Werk Fremont waren hier vor allem Roboter. Zum dritten entfällt die Anfertigung und Instandhaltung einer großen Zahl von Presswerkzeugen, wie sie bisher in den Pressenstraßen erforderlich waren. Betroffen sind davon besonders die Werkzeugmacher.

Die Einführung der Gigaanlagen geht also mit einem erheblichen Automatisierungseffekt einher. Dieser gilt als ein Hauptgrund dafür, dass man bei der Planung für das deutsche Tesla Werk, gerüchteweise, nur noch zehn Stunden pro Fahrzeug benötigt würden, eine Angabe, die bei VW für große Unruhe sorgte.

Dem Ziel der Vereinfachung der Produktionsabläufe dient teilweise auch die Konstruktionsweise der Fahrzeuge. Am weitesten vorangetrieben wurde dies im Falle des ursprünglich für Anfang der 2020er Jahre angekündigten Cybertruck, einem Pick-up Fahrzeug, mit Tesla nun auch das profitabelste Marktsegment in den USA für sich erschließen will. (vgl. dazu Morris 2021: 422ff.). Das Fahrzeug wurde Ende 2019 der Fachpresse vorgestellt. Viele Anwesende waren schockiert über das schroffe Aussehen.

Bezogen auf die Produktion aber bietet die Konstruktion große Vorteile. Anstelle der Umformung durch Tiefzieh-Pressen werden die Bleche aus rostfreiem Stahl durch Einsatz wesentlich einfacherer Biegemaschinen gebogen. Angesichts der Dicke der Bleche wäre es auch nicht anders gegan-

161 Der Aluminiumdruckguss ist eine etablierte Giesstechnik. Das Besondere sind die Größe und die Leistungsfähigkeit der Anlagen. Rund 100 kg Schmelze einer speziellen Aluminiumlegierung werden mit einem Druck von über 6.000 Tonnen (bei neueren Maschinen über 9.000) innerhalb von 40 Millisekunden in eine filigrane Gussform geschossen. Die Taktzeit der zuerst im Fremont-Werk eingesetzten Gigagießanlagen betrug 90 Sekunden. (Vgl. Nambiar 2021). Hersteller der Gigamaschinen ist Idra, ein mittelständisches italienisches Maschinenbauunternehmen, der alleinige Inhaber ist eine chinesische Investmentgesellschaft. Im Internet gibt es (um 2020) zahlreiche Videos, die das Verfahren erläutern.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

gen. Allerdings kann das Biegen nur entlang gerader Linien erfolgen, was das kantige Aussehen der Karosserie erklärt. In Europa wurde der Cybertruck aus Gründen des Unfallschutzes für Fußgänger nicht zugelassen.

Auf das anschließende Lackieren wurde verzichtet, da rostfreier Stahl eingesetzt wird. Der Cybertruck ist daher laut Morris „incredibly cheap to produce (Morris 2021: 426).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es in zentralen Punkten eine Umkehr der bisherigen Trends in der Automobilproduktion bedeutet. Entgegen dem Trend hin zu kleineren Betriebsgrößen wird bei der Kapazität, wie im River Rouge Werk wieder eine Größenordnung von einer Million Fahrzeugen pro Jahr angestrebt und wie im Rouge-Werk das Ziel eines möglichst variantenarmen Produktionsprogramms verfolgt.

Die Automatisierung der Produktion besitzt einen zentralen Stellenwert. Das Ziel ist die Einsparung von Kosten. Ein treibender Faktor ist dabei die veränderte Kostenstruktur von BEVs. Der größte Kostenblock ist hier die Batterie, die nahezu den gleichen Anteil an den Kosten hat wie zuvor der Motor und Getriebe in den Verbrennerfahrzeugen. Im Unterschied zu diesen Aggregaten haben die Hersteller auf den Kostenblock der Batterie aber nur einen geringen Einfluss. Der größte und auch technologisch anspruchsvollste Bestandteil, die Batteriezellen, muss von anderen Unternehmen zugeliefert werden. Auch die Softwareproduktion ist ein neuer und gravierender Kostenfaktor. Um in Bezug auf die Gesamtkosten in dem Rahmen zu bleiben, müssen Einsparpotentiale an anderer Stelle gefunden werden. Der „schwarze Peter“ landete bei der Produktion, insbesondere beim Karosseriebau und der Montage.

Der Shopfloor, Arbeiter und untere Vorgesetzte, die bei Toyota noch immer eine zentrale Rolle spielen, erscheinen in dem Tesla-System ohne Bedeutung, wie Jeff Liker, Autor zahlreicher Bücher über das Toyota-Produktionssystem, dem das Management westlicher Unternehmen noch vor wenigen Jahren zu Füßen lag, kritisiert:

> “Manufacturing is seen as a technical engineering problem and the solution is automation, automation, and more automation. We can imagine any of the great Toyota sensei asking: But where are the people? (…) In my view Elon Musk has adopted an untenable mechanistic philosophy that will need to change if Tesla is to be successful as a mass producer of vehicles, no matter how well designed.” (Liker 2018)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

10.3.2 VW: Transformation unter Handlungsdruck

Anders als Tesla stand VW, wie die anderen traditionellen Hersteller auch, vor der Herausforderung, die Umstellung zu einer Produktion von E-Fahrzeugen und die digitale Transformation gleichzeitig zu bewältigen. Das Unternehmen war mit einer Produktion von – im gesamten Konzern – 10 Mio. Fahrzeugen und über 600.000 Beschäftigten Mitte der 2010er Jahre um ein Vielfaches größer als Tesla und war mit seinen gewachsenen Strukturen und Wertvorstellungen der Inbegriff eines Legacy-Unternehmens. Inwieweit folgte das Unternehmen bei seiner Umstrukturierung Tesla als Leitmodell? Welche eigenen Akzente wurden gesetzt?

Der Ausgangspunkt der Darstellung im Folgenden ist das Jahr 2016. Tesla war in diesem Jahr auf dem Sprung, zu einem Massenhersteller zu werden, bei VW wurde in diesem Jahr der doppelte Umbruch eingeleitet. Die Situation der beiden Unternehmen konnte kaum unterschiedlicher sein. Während es bei dem im Segment der Luxusfahrzeuge bereits erfolgreichen Tesla ungewiss war, ob ihm der Schritt zu einem Massenhersteller gelingen würde, befand sich VW auf dem Weg, weltweit zum größten Automobilhersteller zu werden, verfügte über ein sehr erfolgreiches Fahrzeugprogramm und hatte mit den Modularen Baukästen seine Produktentwicklung und Produktion gerade neu ausgerichtet. Man war auch nicht völlig unvorbereitet auf die Produktion von E-Mobilen, hatte sie aber eher als eine Ergänzung des Modellprogramms gesehen.

Der Abschluss der Ära der Verbrennerfahrzeuge war dennoch abrupt. Der Betrugsskandal bei den Dieselmotoren hatte zur Diskreditierung aller Versuche beigetragen, die Verbrennungsmotoren als eine Antriebsoption zu erhalten. Mit der Aufdeckung des Betrugs war die Macht der Motorenlobby gebrochen. Das wurde in der gesamten Industrie so gesehen und betraf nicht nur VW. Hier ging es aber vor allem auch um Schadensbegrenzung. So schreibt Jack Ewing in seinem Buch über die Geschichte des VW-Skandals: „Volkswagen's electric vehicle push sounded like a public relations strategy when executives first started to talk about it in 2015." (Ewing 2018: 353)

2016 wurde ein umfassendes Transformationsprogramm beschlossen mit dem Ziel, bis 2025 eine Million Elektroautos pro Jahr zu produzieren und damit Weltmarktführer in der Elektromobilität werden. (Volkswagen 2016)

Ebenfalls noch im Jahr 2016 wurde zwischen der Unternehmensleitung und dem Gesamtbetriebsrat eine Vereinbarung über die Bewältigung der sozialen Folgen der Umstellungen getroffen. Nach längeren Verhandlungen

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

und kontroversen Diskussionen, vor allem auch zwischen den Betriebsräten der verschiedenen Werke untereinander, hatte man sich auf eine Beendigung der Motoren- und Getriebeproduktion in den deutschen Werken geeinigt; die Werke sollten aber nicht geschlossen, sondern für die Fertigung des neuen Antriebssystems umgerüstet werden bzw. andere Aufgaben erhalten. (vgl. dazu Möreke 2020; Haipeter 2019).

Damit war die Umstellung geplant und sozial abgestimmt. Es gab einen abgestimmten Zeitplan, in dem das Auslaufen der Verbrennerfahrzeuge festgelegt war.

Entscheidend war dafür die termingerechte Entwicklung der neuen Produkte, die gewährleisteten, dass das angenommene Verkaufsvolumen auch realisiert werden konnte.[162] Damit begann der Umbruch bei den realen Strukturen und Prozessen. Im Zuge der anschließenden Jahre beschleunigte sich dieser Prozess, der Handlungsdruck verschärfte sich. Im Folgenden soll ein kurzer Blick auf den sich nun vollziehenden Transformationsprozess geworfen werden.

2018 wurde das Ziel erklärt, VW zu einem softwarebasierten Unternehmen umzuwandeln. Software sollte zur neuen Kernkompetenz werden. Die Entwicklung von Software und die entsprechenden Programmiertätigkeiten der Anlagen hatte man bisher den Zulieferern bzw. Ingenieursfirmen überlassen, nun war sie zu einer zentralen Tätigkeit geworden.[163] Es wurde beschlossen, den Eigenanteil an der Softwareentwicklung innerhalb weni-

162 Den Berechnungen von Studien über die Folgen des Übergangs für die Beschäftigten zufolge, erschienen diese nicht so dramatisch, wie in der Diskussion oft vermutet. So kam eine Studie des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) über die Auswirkungen von Elektromobilität und Digitalisierung auf die Beschäftigung auf Basis der Planzahlen bei Volkswagen zu dem Ergebnis, dass die Verringerung des Personalbedarfs, die sich aus dem Entfallen von Arbeitsumfängen aufgrund des Wechsels im Antriebssystem ergeben würden recht gering ausfallen würde (um rund 12%). (Herrmann et al. 2020) In einer weiteren Studie über die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen, sahen die Autoren in dem Übergang zur Elektromobilität sogar auf mittlere Sicht Chancen für einen stärkeren Anstieg des Wertschöpfungsvolumens bei den E-Fahrzeugen als dies bei zukünftigen Verbrennerfahrzeugen der Fall wäre, würden sich noch weiterhin hergestellt. (Hagedorn 2019: 124)

163 Ein allerdings recht ungenauer Anhaltspunkt für den gestiegenen Arbeitsaufwand ist die Anzahl der Codezeilen, die für eine neues Fahrzeug geschrieben werden. In der neuesten Fahrzeuggeneration Ende der 2010er umfasste die Software in einem VW etwa zehn bis 100 Millionen Codezeilen. Ein hochvernetztes Fahrzeug, wie es beispielsweise mit dem VW ID.6 bis 2026 auf den Markt kommen soll, lag bei 200 bis 300 Millionen Codezeilen (Voigt 2022).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ger Jahre drastisch zu steigern (vgl. Menzel 2019). Auf Konzernebene wurde dafür 2019 eine eigenständige Tochtergesellschaft gegründet. In ihr arbeiten seither Digitalexperten aus den Bereichen der produktbezogene IT und der Technische Entwicklung zusammen an der Erstellung einer einheitlichen Softwareplattform, auf der in Zukunft die Entwicklung von Apps für das autonome Fahren und die damit verbundenen Mobilitätsdienstleistungen für alle Pkw-Marken des Konzerns stattfinden soll.

Als technisch-organisatorische Infrastruktur und für das zukünftige Ökosystem von App-Entwicklern und sonstigen unterstützenden Unternehmen wurde die „VW Automotive Cloud" geschaffen, die in einer strategischen Partnerschaft mit dem Anbieter von Cloud-Dienstleistungen Microsoft Azure aufgebaut und betrieben werden soll. "Die Autos in der Flotte von Volkswagen werden zukünftig zu mobilen Knotenpunkten im Internet der Dinge, die durch Microsoft Azure miteinander vernetzt sind", so wird ein VW-Sprecher zitiert (Klostermeier 2018) Anstelle der Technologieanpassungen in dem Rhythmus, die der Modellwechsel bei der Hardware mit sich brachte, sollten in Zukunft– unter Einbeziehung der am Prozess beteiligten Zulieferer und Drittanbieter aus dem Ökosystem – über den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeuges hinweg – ein permanenter Prozess von Softwareentwicklung und -erneuerung stattfinden , ganz so wie bei den Smartphones.

In einer Rede vor leitenden Managern des Unternehmens, verwies der (damalige) Vorstandsvorsitzende Diess auf die Chancen, die das für künftige Entwicklung des Unternehmens bedeuten kann:

> „Das Automobil wird in Zukunft das komplexeste, wertvollste, massentaugliche Internet-Device. Wir verbringen im Automobil der Zukunft mehr Zeit als heute, vielleicht zwei Stunden statt einer. Deshalb wird es nicht zur grauen Büchse, sondern noch viel komfortabler, wohnlicher und vor allem vernetzter, multifunktionaler als heute. Im Auto werden wir kontinuierlich online sein, weit mehr Daten abliefern als Smartphones, aber auch mehr Informationen, Dienste, Sicherheit und Komfort aus dem Internet bekommen." (Diess 2020)

Auch bezogen auf die Produktion wurden die organisatorischen Voraussetzungen geschaffen, um die neuen Anforderungen zu bewältigen. Hier kamen nun Technologien und Konzepte der Industrie 4.0 zum Tragen. Parallel mit der Gründung der Automotive Cloud wurde eine „Industrial Cloud" für die Aktivitäten in den Bereichen der Produktion und der Pro-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

duktionslogistik auf der Ebene des Konzerns eingerichtet, die in Kooperation mit den Amazon Web Services betrieben wird. Als ein weiterer Partner für die Erarbeitung neuer IT-Werkzeuge und Lösungsansätze wurde das Technologieunternehmen Siemens gewonnen. In einem ersten Schritt sollten hier die Daten des Wolfburger Werks sowie von rund einem Dutzend weiterer Werke zusammengeführt werden, auf der letzten Aufbaustufe die Daten der Maschinen, Anlagen und Systeme sollten alle der weltweit über hundert Werke des Konzerns versammelt sein (vgl. Volkswagen 2020).[164]

Als Beispiele für die Nutzungsmöglichkeiten der Industrial Cloud wurden in Verlautbarungen des Unternehmens genannt:

- die Verwendung der Daten der Werke für eine noch effizientere Steuerung des Materialflusses, die frühzeitige Erkennung und Korrektur von Lieferengpässen und Prozessstörungen und eine optimierte Fahrweise von Maschinen und Anlagen in jeder Fabrik;
- die Erhöhung der Anlageneffektivität durch Erstellung eines digitalen Abbilds in der Cloud, mit dessen Hilfe die Überwachung der Anlagen vereinfacht und die Wartungsintervalle von Maschinen simuliert werden können, ohne in den realen Produktionsablauf eingreifen zu müssen;
- die Vereinfachung des Datenaustauschs zwischen den Werken, um neue Technologien und Innovationen schnell und standortübergreifend für Funktionen der Datenanalytik bereitzustellen.

In einem späteren Stadium war vorgesehen, auch externe Maschinenhersteller und Zulieferer in ein gemeinsames Ökosystem einzubeziehen. Jeder Standort sollte Anwendungssoftware für seine Maschinen, Werkzeuge und Anlagen direkt aus der Industrial Cloud beziehen und damit noch effizienter produzieren können. In Zukunft sollte der App-Store zu einem Marktplatz für Industrie-Applikationen werden, auf dem alle Beteiligten, so die Verlautbarung, „ihre Anwendungen untereinander, unabhängig von einem Einsatz in Volkswagen-Werken, tauschen, erwerben und nutzen" können (Volkswagen Group 2020). In der Verlautbarung des Unternehmens wurden bereits eine Reihe von Partnerunternehmen aufgelistet, die sich an der Arbeit in der Cloud beteiligten.

164 Wir haben in Wolfsburg einmal nachgezählt", so berichtete der leitende Produktionsmanager, „wie viele Anschlusspunkte in unserem Cloud-Projekt integriert werden müssen. Da reden wir über 50.000 solcher Punkte und Stationen. (…) Die Daten von 50.000 Punkten böten also außergewöhnliche Möglichkeiten." (Zit. bei Menzel 2020a)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Mit der Bildung der Industrial Cloud hatte sich das Unternehmen damit eine Plattform geschaffen, um in einer Allianz mit führenden Technologieunternehmen und einem Ökosystem von Unternehmen avancierte Lösungen für die Produktion zu erarbeiten. Dabei suchte man gezielt die Möglichkeiten der Volkswagen Industrie 4.0 Technologien zu nutzen.

2019 wurden die Pläne für das sog. Trinity-Projekt vorgelegt: Der Projektname Trinity stand, so wurde in Unternehmensverlautbarungen erläutert, für die Verbindung von drei Zielsetzungen: erstens die Entwicklung einer neuen Fahrzeugarchitektur (der Scalable Systems Platform), die zukünftig die Grundlage für die Entwicklung aller Fahrzeuge des Konzerns werden sollte; zweitens die Ermöglichung des autonomen Fahrens; drittens ein radikal neuer Produktionsansatz. Trinity war zugleich der Projektname für das erste Fahrzeugmodell (dem ID.6), das diese drei Zielsetzungen erfüllen sollte und das im Jahr 1926 auf den Markt kommen sollte.

Schauen wir näher auf die drei Zielsetzungen:

Die erste betraf die Entwicklung der neuen Plattform, die als eine flexible, vollständig modular aufgebaute Konstruktion letztlich alle anderen Plattformen im Konzern ersetzen sollte. Im Prinzip handelte es sich um eine Weiterentwicklung des Modularen Baukastens für E-Fahrzeuge, sie musste nun durch die Anforderungen des autonomen Fahren und weiterer neu geplanter Funktionalitäten neu konzipiert werden. Das Ziel war, die Vorteile der Economies of Scale zu nutzen, die der Konzern bieten konnte. Über die gesamte Lebensdauer hinweg waren auf der neuen Plattform konzernweit mehr als 40 Mio. Fahrzeuge geplant (Stegmaier/Wittich 2022).

Das zweite Ziel war, das autonome Fahren zu ermöglichen. Zum geplanten Serienstart 2026 sollten die Fahrzeuge bereits das Level 2+ erreichen und technisch bereit für Level 4 sein. Auch hier sah man in der Größe des Unternehmens einen entscheidenden Vorteil.

Die dritte Zielsetzung war, so wurde vom führenden Management erklärt, die Produktion „revolutionär“ neu zu gestalten. Der Vorstandsvorsitzende der VW AG (Brandstätter) erklärte:

> „Wir werden unsere Art Autos zu bauen komplett neu denken und revolutionäre Ansätze einführen. Digitalisierung, Automatisierung und Leichtbau spielen hier eine wichtige Rolle.“ (zit. bei Wenk 2021)

Weniger Varianten, weniger Bauteile, mehr Automatisierung, schlankere Produktionslinien sowie neue Logistikkonzepte, so fasste der leitende Produktionsmanager die dazu im Management entwickelten Vorstellungen zusammen. (Vgl. Stegmaier /Wittich 2022)

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Der Plan war, in einem neuen Werk am Standort Wolfsburg ein „völlig neues, vollvernetztes und intelligentes Produktionssystem" zu errichten (vgl. Volkswagen 2021b). In diesem Werk sollten die oben angesprochenen revolutionären Ansätze erstmals voll zum Tragen kommen. Als Produktivitätsziel für das neue Werk wurden die oben schon erwähnten 10 Stunden pro Fahrzeug genannt. Mit diesem Wert werde man, so erklärte der Vorstandsvorsitzende des Unternehmens (Diess) auf dem bei Tesla erreichten Stand gelangen.[165]

Als eine Maßnahme, um diesen Wert zu erreichen, wurde die Einführung des Gigacastings genannt. Der Einsatz der Aluminiumdruckgussmethode und damit des Leichtbaus bei der Karosserie werde zwar noch geprüft, aber grundsätzlich wurde die Methode aber als sehr vorteilhaft betrachtet. Auf die Weise müsste man die Karosserie nicht mehr Hunderte von kleinen Blechteilen zusammengeschweißten, sondern könne sie aus wenigen Großgussteilen zusammensetzen. Der Karosseriebau könne dadurch wesentlich verkleinert werden. Durch den Einsatz der Großstufenpressen hatte man hier allerdings schon die Anzahl kleinerer Zusammenbauten wesentlich reduziert.

Eine weitere Maßnahme, die im Hinblick auf die Pläne für das revolutionäre neue Werk in Wolfsburg angeführt wrude, war die Verringerung der Komplexität in der Produktion.[166] Dies betraf die Frage des Geschäftsmodells. Der oben schon zitierte Manager erklärte dazu:

> „Künftige Fahrzeuggenerationen werden mit erheblich weniger Varianten produziert. Die individuelle Konfiguration wird nicht mehr über die Hardware beim Kauf festgelegt. Das Auto hat quasi alles bereits an Bord und der Kunde kann gewünschte Funktionen jederzeit ‚on demand' über das digitale Ökosystem im Auto hinzubuchen. Die Komplexität in der Fertigung nimmt dadurch deutlich ab." (zit. in Wenk 2021)

Auf weitere Punkte, die in unterschiedlichen Stellungnahmen der Unternehmensführung und des Produktionsmanagements genannt wurden, soll hier nicht eingegangen werden.

165 Aus dem Umfeld von Tesla hieß es, der Wertwürde dann „wahrscheinlich" niedriger sein als der tatsächlich in dererst im Bau befindlichen Gigafactory in Grünheide bei Berlin, das ab Mitte 2021 die Produktion des Modell Y aufnehmen würde (Teslamag 2021)

166 Als Beispiel wird angeführt: beim Golf seien rund 10 Millionen Konfigurationen möglich. Bei Trinity sollen es nur noch rund 140 sein. Das verschlanke auch das Logistik-Konzept. (Stegmann/Wittich 2022).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Die Pläne für ein neues Werk am Standort Wolfsburg wurden allerdings vorerst nicht weiterverfolgt. Inzwischen war ein Wechsel in der Unternehmensführung erfolgt und der Zeitpunkt der Markteinführung der Trinity Fahrzeuge um einige Jahre verschoben worden. Die Strategie wurde noch einmal auf den Prüfstand gestellt. Ein Grund dafür waren heftige Debatten über die angestrebte Produktivität Produktionszeit pro Fahrzeug. Der Vorstandsvorsitzende Herbert Diess hatte Szenarien hatte rechnen lassen, die Produktionszeit pro Fahrzeug von 10 Stunden den Entfall von 35.000 Arbeitsplätzen im Unternehmen bedeutet hätte, viele davon im Werk in Wolfsburg.

Im Hinblick auf bisher getroffenen Maßnahmen lässt sich eine deutliche Oientierung auf Tesla als Leitmodell feststellen. Dies gilt für das Prinzip „Software First" bei der Produktentwicklung, ebenso wie für das Geschäftsmodell, die Softwarefunktionalitäten zur Basis der Produktdifferenzierung zu machen und das Ziel das autonome Fahren frühestmöglich zu erreichen. Es gilt nicht zuletzt auch für die Zielsetzung, die Fertigungsprozesse weitestgehend zu automatisieren.

In Bezug den Einsatz neuer Technologien ist das Unternehmen bestrebt, die Möglichkeiten der Industrie 4.0 weitestgehend zu nutzen. Die Schwerpunkte liegen hier bei der Nutzung cyberphysischer Systeme zur Fabriksteuerung und Optimierung von Prozessen auf Basis von der Analyse von Daten aus dem weltweiten Produktionsnetzwerk und maschinellem Lernen. Größere Auswirkungen auf die Beschäftigten gingen allerdings von dem Einsatz von Fertigungstechniken und Produktionsverfahren wie dem Gigacasting aus, wobei über den Einsatz zum gegenwärtigen Zeitpunkt (August 2023) noch nicht entschieden wurde.

Die gravierendste Abweichung von dem bisherigen Entwicklungsweg, vorausgesetzt die Pläne werden realisiert, wäre die angekündigte Reduktion der Komplexität des Produktionsprogramms. Bisher war, wie die Darstellung in den vorigen Kapiteln gezeigt hat, die scheinbar unaufhaltsame Zunahme an Modellen, Varianten und Optionen das zentrale Problem für die Produktion gewesen, das allerdings aufgrund des damit verbundenen höheren Arbeitsaufwands auch viele Arbeitsplätze gesichert hat. Die Reduktion der Komplexität im Produktionsprogramm würde insbesondere auch die Beschäftigten in der Fahrzeugmontage treffen, die nach wie vor nur niedrig automatisiert ist. Durch die Verringerung der Komplexität und die damit ermöglichte Standardisierung von Abläufen, werden Spielräume für eine weitere Automatisierung eröffnet.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Im Hinblick auf die doppelte Umbruchdynamik von Digitalisierung und dem Wechsel zu E-Mobilität scheinen die größeren(quantitativen) Beschäftigungseffekte von dem letzteren auszugehen. Dies gilt auch für den zu erwartenden Anstieg beim Automatisierungsgrad. Ein großer Teil dieses Anstiegs im Auto erfolgt hier durch das Entfallen von Tätigkeiten durch Veränderungen der Produktkonstruktion und der geringeren Varianz im Produktionsprogramm. Dieser Anstieg hat auch einen Produktivitätssprung zufolge, wie er im Zusammenhang mit dem Zehnstunde-Ziel diskutiert wird. Aber dabei es handelt sich um einen Einmaleffekt.

Das Potential für Veränderungen, das in den neuen Konzepten und Strukturen angelegt ist, wird erst in Zukunft zum Tragen kommen.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

11. Schlussfolgerungen

Am Ende der langen Zeitreise soll noch einmal der große Bogen von den Anfängen im 19. Jahrhundert bis heute geschlagen werden, um einige der in der Einleitung aufgeworfenen Fragen zu diskutieren.

1) Verlauf der Automatisierung und der Produktivität

Ein Ziel der Untersuchung war es, die Höhe des Automatisierungsgrades und die Veränderungen im Entwicklungsverlauf genauer zu bestimmen. Eine zentrale Frage war dabei, inwieweit dieser Verlauf von technischen Entwicklungen bestimmt wurde bzw. welche anderen Faktoren ihm zugrunde lagen.

Befunde:

Zum ersten: Der historische Verlauf der Automatisierung war in der Automobilindustrie kein Anstieg quasi von links unten nach rechts oben auf dem Automatisierungschart. Vielmehr begann die Produktion in den Kerngewerken des damaligen Automobilbaus, in dem Vorreiterwerk der Massenproduktion von Ford 1910, bereits auf einem hohen Niveau der Automatisierung. Im weiteren Verlauf gab es nur noch zwei Phasen des Anstiegs: in den 1950er/60ern und in den 1980ern. In den Jahrzehnten danach hat sich bis heute nur noch wenig verändert. Ein ähnlicher Entwicklungsverlauf lässt sich auch bei dem Produktivitätswachstum feststellen.

Die starre Einzwecktechnik, das Maschinenkonzept, das sich insbesondere in den USA herausgebildet hat, erwies sich als außerordentlich erfolgreich. Sie war in weiterentwickelter Form der Transferstraßen noch bei den Automatisierungsprojekten der 1980er Jahre in dem untersuchten Unternehmen die dominierende Automatisierungstechnik. Die flexiblen Techniken der dritten industriellen Revolution, der Industrieroboter u.a., waren schlugen sich demgegenüber in geringeren Produktivitätszuwächsen nieder.

Zum zweiten: Kennzeichnend für den Automatisierungsverlauf war die schon in der Anfangsphase entstandene Diskrepanz zwischen dem hohen Automatisierungsgrad in den Gewerken der Teilefertigung (im Wesentli-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

chen den Gewerken der Metallbearbeitung) und der überwiegend von manuellen Tätigkeiten dominierten Montage. Mit dem weiteren Anstieg des Automatisierungsgrades in den bereits hoch automatisierten Gewerken hat diese Diskrepanz in der Folgezeit noch weiter zugenommen und besteht bis heute weiter. Da der Bereich der Montage am stärksten an Arbeitsumfang und Beschäftigungsgewicht zugenommen hat, bedeutet dies bei einer Durchschnittsbetrachtung, dass der Automatisierungsgrad insgesamt nur begrenzt zugenommen hat und seit längerem auf dem mittleren-hohen Niveau der 1990er Jahre stagniert.

Damit sind weitere Automatisierungsbestrebungen in beiden Bereichen begrenzt. Bei den Metallgewerken besteht bereits ein hoher Automatisierungsgrad, der Einsatz neuer Techniken trifft hier auf vorhandene Techniken. Um die Ersetzung menschlicher Arbeit geht es hier allenfalls noch am Rande. Bei der Montage sind die Flexibilitätsanforderungen zu hoch und die Vorteile der Fließbandfertigung zu groß, als dass man hier eine Höherautomatisierung in Betracht ziehen würde. Der Automatisierungsgrad der Montage in dem Untersuchungsunternehmen ist eine Ausnahme unter den Automobilherstellern geblieben.

Zum dritten: Der wesentliche Faktor, der dem Anstieg bei der Automatisierung und der Produktivität entgegenwirkte, waren marktbezogene Dynamiken und entsprechende Produktstrategien der Unternehmen. Mit dem Anstieg höherwertiger Fahrzeuge und der zunehmenden Produktdifferenzierung stieg der Arbeitsumfang über Jahrzehnte an, wodurch sich (schon rein rechnerisch) der Automatisierungsgrad verringerte. Umgekehrt diente dieser Effekt auch der Sicherung der Beschäftigung.

Zum vierten: Vor diesem Hintergrund ist zu erklären, dass die Erwartungen im Hinblick auf den Einsatz neuer Technologien bezogen auf die Beschäftigung und auf Produktivität in der Vergangenheit oft nicht erfüllt wurden und es spricht viel dafür, dass sich dies auch in Zukunft nicht ändert.

Zum fünften: Mit der Überlagerung der beiden Umbruchdynamiken der Digitalisierung und des Wechsels zur E-Mobilität erlebt die Automobilindustrie einen Anstieg/ eine Hochphase der Automatisierung. Die größeren Auswirkungen in dieser Hinsicht gehen von dem Produktwechsel und damit verbunden dem Wechsel im Geschäftsmodell aus. Der wesentliche Einflussfaktor ist hier das (Tesla-) Geschäftsmodell, das die größeren Wertschöpfungspotentiale bei der Software sucht. Die Automatisierung ist weniger das Resultat des Einsatzes neuer Prozesstechniken als der neuer

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Produkttechniken und der Produktpolitik. Dieses Geschäftsmodell wird, so ist zu erwarten, nicht das letzte Wort sein, und im Zuge der sich verschärfenden Konkurrenz auf dem neuen Geschäftsfeld werden sich andere Geschäftsmodelle herausbilden.

Das Bild des Verlaufs, das in diesem Buch dargestellt wurde, ist geprägt von der Auswahl der untersuchten Unternehmen und beschreibt die Entwicklungen bei den Vorreitern der Automatisierung. Unternehmens- und länderspezifische Besonderheiten konnten nur sehr begrenzt in die Darstellung aufgenommen werden. Die angegebenen Größenordnungen zu Automatisierung und Produktivität müssen cum grano salis genommen werden, das Ziel einer genaueren quantitativen Bestimmung der Verläufe konnte im Rahmen der Untersuchung nur ungenügend erreicht werden. Viele Facetten und Wirkungszusammenhäng der Automatisierung wurden angesprochen und bedürften der genaueren Analyse.

(2) Auswirkungen auf Arbeit

Der Fokus der Analyse lag hier bei den Veränderungen der Tätigkeitsstrukturen und der Zusammensetzung der Belegschaft. Eine zentralen Fragen war dabei die nach Gewinnern und Verlierern und der Abwertung oder Aufwertung von Produktionsarbeit durch Automatisierung.

Befunde:

Zum ersten: Ein zentrales Prinzip des American System war die Ersetzung der Facharbeiter in der unmittelbaren Produktion durch Ungelernte. Nur mit ihnen ließ sich, so die Prämisse, eine Produktion strikt nach vorgegebenen Standards realisieren. Dies war der Ausgangspunkt in diesem Buch für die Darstellung der Entstehung des dominierenden Arbeitstyps im Fordschen System, den sog. Angelernten, den repetitiven Teilarbeitern. Bei diesem Prozess erfolgte der Maschineneinsatz nicht um Arbeit einzusparen, sondern um einen Arbeitstyp durch einen anderen zu ersetzen. Es bedeutet die –intendierte– Abwertung der Produktionsarbeit und zugleich die Entmachtung der Facharbeiter und den Verlust ihrer dominierenden Rolle auf dem Shopfloor. Dies war bei Ford kein umstrittener Punkt mehr. Die Nutzung der Arbeitsmarktsituation mit der der großen Zahl von Migranten ohne Industrieerfahrung als repetitive Teilarbeiter war die entscheidende Voraussetzung für die „Hochskalierung“ des Fordschen Systems und ein wesentlicher Produktivitätsfaktor.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Zum zweiten: Die Diskrepanz zwischen dem Automatisierungsniveau in der Montage und in den vorgelagerten Gewerken machte auch in Bezug auf die Frage der Auswirkungen auf Arbeit einen wesentlichen Unterschied.

Im Bereich der montagevorgelagerten Gewerke wurde im Nachkriegsdeutschland schon frühzeitig als Chance für die Aufwertung der dort vorherrschenden Tätigkeit der Tätigkeiten der Maschinenbediener gesehen. Dem entsprach die Zunahme an höherwertigen Aufgaben und integrierten Tätigkeitsbilder seit den 1980er Jahren, deren Anteil an den Tätigkeiten im Bereich der Maschinen und Anlagen im weiteren Verlauf immer mehr zunahm und am Ende den der Maschinenbediener deutlich überstieg. Dies war allerdings kein naturwüchsiger Prozess, sondern auch das Ergebnis sozialer Aushandlungen. Die neuen aufgewerteten Tätigkeitsbilder wurden bereits frühzeitig in solchen Verhandlungen definiert, es dauerte aber lange und mehrere Zyklen des Einsatzes neuer Techniken bis sie zur überwiegenden Tätigkeit wurden.

Bei den Montagearbeitern dominiert der Typ des repetitiven Teilarbeiters und die Arbeit am Fließband. Auch wenn sich die Arbeitsumgebung stark verändert hat und trotz erster Ansätze zur Aufwertung auch der Montagearbeit, ist es bei der Grundstruktur der kurztaktigen Arbeit geblieben. Die Periode des Aufbrechens dieser Struktur aufgrund von Gegenwehr der Beschäftigten und des Drucks der Arbeitsmärkte durch umfassendere Automatisierungsprojekte und anderer Maßnahmen blieb eine kurze Episode. Ansätze zur Produktionsaufwertung erfolgten hier zuletzt eher durch Einführung die Orientierung an japanischen Produktionsmethoden (Aufgabenintegration, Mitwirkung an Rationalisierungsaktivitäten).

Die Transformation der Sozialstrukturen der Produktion stellt, so hat die Untersuchung ergeben, einen sehr langsamen und entspricht keineswegs dem Bild der Revolutionen.

Zum dritten: die Trennung der Welten der Angelernten, der Facharbeiter und der technischen Experten/Angestellten wurde in unterschiedlichen Ländern aufgrund unterschiedlicher historischer Prägungen und institutioneller Kontexte sehr unterschiedlich vollzogen.

In den USA entstanden aufgrund der heterogenen Herkunft und ethnischen Zugehörigkeit Spaltungslinien. Das Fehlen einer die Interessen der unterschiedlichen Arbeitergruppen integrierenden Gewerkschaft in der Automobilindustrie, die diese Entwicklung hätte verhindern können, hat zu der Herausbildung von informellen Regelungen und Praktiken geführt, die zu scharfen Abgrenzungslinien zwischen den Beschäftigtengruppen führ-

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

ten. Unter diesen Bedingungen boten Automatisierungsmaßnahmen keine Perspektive für die Aufwertung der Produktionsarbeit und wurde zu einem Konfliktfeld innerhalb und zwischen den unterschiedlichen Gruppen.

In Japan begegnete man der Entstehung möglicher Segmentierungen durch ein Personalsystem, in dem die Unterscheidung von Facharbeitern und Angelernten nicht existierte und die Positionen der unteren Produktionsvorgesetzten in die Entwicklungswege der Shopfloor-Arbeiter einbezogen wurden. Die Besitzstände und Entwicklungsmöglichkeiten der Beschäftigten waren damit nicht an ihren Arbeitsplatz und Tätigkeitsgruppe gebunden ist und somit waren sie von Automatisierungsmaßnahmen kaum betroffen. Zur gleichen Zeit boten sich durch Automatisierung auch keine zusätzlichen Perspektiven; Automatisierung war kein Konfliktfeld.

In Deutschland entstand keine so scharfe Trennlinie zwischen Produktions- und Facharbeit. Die Qualifizierung und Sozialisierung durch das System der Berufsausbildung war für einen großen Teil der Beschäftigten in allen Tätigkeitsgruppen die gemeinsame Grundlage, dies schloss auch die Technischen Angestellten ein. Dies beförderte eine Affinität zu Automatisierung, die als Chance für den Aufstieg auf bessere Arbeitsplätze gesehen wurde.

Zum vierten: Als das logische Endziel der Automatisierung wird gemeinhin der Zustand Vollautomatisierung gesehen. Aber Vollautomatisierung ist ein Moving Target, es entstehen durch Automatisierung neue Tätigkeitsanforderungen und durch Veränderungen bei den Produkten oder den organisatorischen Kontexten verändert sich der Automatisierungsgrad, ohne dass in dem untersuchten Bereich Automatisierungstechniken eingesetzt worden wären. Vollautomatisierung ist aber auch in vielen Zusammenhängen kein wünschenswertes Ziel. Die Möglichkeiten, Techniken unterstützend einzusetzen und die Vermittlung der entsprechenden Qualifikationen dies auch tun zu können, ohne die Maschinen nur zu „bedienen“ sind längst nicht ausgeschöpft.

Die Auswirkungen der Automatisierung auf Arbeit erfolgten in der Geschichte der Automobilindustrie selten sprunghaft und disruptiv und dies galt auch für die Auswirkungen der Digitalisierung in der Produktion. Das Veränderungspotenzial des Gigacasting, der generative Fertigungstechniken, der cyberphysischen Systeme und der künstlichen Intelligenz sind aber nun so groß, dass die Annahme eine großen Automatisierungssprunges und disruptiver sozialer Veränderungen in der Produktion (d.h. eine industrielle Revolution) gerechtfertigt erscheinen. Das haben allerdings

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

auch schon früherer Generationen potenziell Betroffener in Bezug auf die damaligen neuen Technologien so gesehen. Die bisherigen Erfahrungen geben Grund für Zweifel an solchen Annahmen. Es spricht viel für einen auch weiterhin eher inkrementellen Wandel im Bereich der industriellen Produktion, (wobei hier von Veränderungen bei den Produkten abgesehen wird). Die Produktion ist ohnehin schon seit einiger Zeit nicht mehr das primäre Feld für Automatisierung. Hier stehen mehr und mehr die Tätigkeiten in den Angestelltenbereichen, im tertiären Sektor und in den privaten Lebensbereichen im Vordergrund.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Danksagung

An der Entstehung des Buches hatten viele Personen einen Anteil, denen ich hier meinen Dank aussprechen möchte.

Mein besonderer Dank gebührt Horst Neumann, an dessen Institut für Geschichte und Zukunft von Arbeit (IGZA) der ursprüngliche Plan für dieses Buch entstand und von dem das Projekt auch finanzielle Unterstützung erhielt. Ich danke ihm und den KollegInnen Cornelius Markert, Marc Amlinger, Philip Staab, Eileen Zimmermann, Mareike Winkler, Christian Kellermann und den anderen für die vielen anregenden Diskussionen, die für mein Vorhaben eine große Inspirationsquelle waren.

Mein herzlicher Dank gilt auch Martin Krzywdzinski am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung – wo ich den Großteil meines Forschungslebens verbracht habe, – der mir in seiner Forschungsgruppe weiterhin Heimstatt geboten hat. Viele Relikte meiner Forschungsarbeit ruhen noch in meinen eigenen Archiven dort. Die Entwicklungen in der Autoindustrie waren seit Beginn meiner Tätigkeiten am Wissenschaftszentrum immer wieder und aus unterschiedlichen Blickwinkeln Gegenstand meiner Forschung. In den oft international vergleichend angelegten Projekten habe ich viele Unternehmen, darunter auch die in diesem Buch im Mittelpunkt stehenden, zu verschiedenen Zeitpunkten besucht und dort Gespräche, Beobachtungen, Diskussionen auch über die Fragen dieses Buches geführt. Ohne sie wäre es nicht möglich gewesen, das Buch zu schreiben.

Danken möchte ich auch den Personen, die zu dem Entstehen des Werkes beigetragen haben. Mein besonderer Dank geht dabei an Kai Pless, dessen Ausarbeitungen, Recherchen, Datenanalyse und Grafiken mir ebenso eine große Hilfe waren wie seine klugen Kommentare und geduldige Überarbeitung der viel zu vielen Textversionen. Danken möchte ich auch Sascha Disko, die als Historikerin in Unternehmensarchiven nach Quellen gesucht und mit mir zusammen die ersten Exposés erarbeitet hat und Antje Blöcker, Industriesoziologin an der Universität Braunschweig, die zusammen mit mir die Kurzfallstudien in Unternehmen durchgeführt hat und deren Ausarbeitungen zu Aspekten der Studie mir einen große Hilfe waren.

Sehr dankbar bin auch allen, die das Buchmanuskript zu unterschiedlichen Zeitpunkten gelesen und kommentiert haben. Male und Wolf Wagner

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

waren die ersten, die sich durch frühe Manuskriptversionen gekämpft haben; sie haben mich ermutigt, das Buch nicht nur für die kleine Gemeinde an Experten zu schreiben, sondern so, dass es auch für eine größere Zahl von Lesern interessant sein kann. Mein Dank richtet sich auch an Peter Brödner und Florian Butollo, die mir vor dem Hintergrund ihrer langjährigen Forschungserfahrung wertvolle Hinweise gegeben haben. Last bot not least möchte ich Katsuki Aoki von der Meiji Universität in Tokio danken, von dessen profundem Wissen über das Produktionsmanagement japanischer Unternehmen ich sehr profitiert habe.

Nicht versäumen möchte den Personen zu danken, die mir in den Archiven geholfen haben: Silvia Höhne mit ihren engagierten Literaturrechercherchen und Friederike Theilen-Kosch mit ihrer Unterstützung beim Erstellen des endgültigen Manuskripts und den BetreuerInnen des Projekts beim Verlag.

Berlin im August 2023

Ulrich Jürgens

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Literaturverzeichnis

Abernathy, W. J. (1978): The Productivity Dilemma. Roadblock to innovation in the automobile industry. Baltimore, London: The Johns Hopkins University Press.

Abernathy, W. J./Clark, K. B./Kantrow, A. M. (1981): "The new industrial competition". In: Harvard Business Review, Vol. 59, No. 5: 68–81.

Aitken, H. G. J. (1960): Taylorism at the Watertown Arsenal. Scientific Management in Action 1908–1915. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Albers, D./Goldschmidt, W./Oehlke, P. (1971): Arbeitskämpfe in Westeuropa. England, Frankreich, Italien. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Alizon, F./Shooter, S. B./Simpson, T. W. (2009): „Henry Ford and the Model T: Lessons for product platforming and mass customization". In: Design Studies, Vol. 30, No. 5: 588–605.

Ascon Systems (2022): Digitaler Zwillling. https://ascon-systems.de/digitaler-zwilling/#definition (letzter Zugriff 14.1.2022).

Altshuler, A./Anderson, A./Jones, J./Roos, D./Womack, J. (1984): The Future of the Automobile. The Report of MIT's International Automobile Program. London, Sydney: George Allen & Unwin.

Alvarez, S. (2020): "Elon Musk's Tesla ‚Alien Dreadnought' factory is coming to form – just not where critics expect it". In: Teslarati, 24.4. 2020. https://www.teslarati.com/elon-musk-tesla-alien-dreadnought-factory-gigafactory-shanghai/ (letzter Zugriff: 31.12.2022).

Amadeo, R. (2017): "The state of the car computer: Forget horsepower, we want megahertz! Linux, Android, and Blackberry's QNX race for control of the dashboard display". In: Arstechnia, 17.5. 2017. https://arstechnica.com/cars/2017/05/the-state-of-the-car-computer-forget-horsepower-we-want-megahertz/ (letzter Zugriff: 31.12.2022).

Arai, T. (1989): "Forecast of Assembly Automation in the Automobile Industry". In: Technological Forecasting and Social Change, Vol. 35, No. 2–3: 133–148.

Arai, T. (1993): "Future Assembly Systems in Automobile Industry – Human Friendly Line". International Conference on Assembly Australia 1993. Sydney: The Institute of Engineers: 9–17.

Arnold, H. L./Faurote, F. L. (1915): Ford methods and the Ford shops. New York: The Engineering Magazine Company.

Archivio La Repubblica.it (1988): Ma Oggi Commanda Il Signor Robogate. (https://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/1988/08/27/ma-oggi-comanda-il-signor-robogate.html (letzter Zugriff 25.1. 2023)

Ashburn, A. (1962): "Detroit Automation". In: Annals of the American Academy of Political and Social Science, Vol. 340, No. 1: 21–28.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Auerhan, J. (1961): Die Automatisierung und ihre ökonomische Bedeutung. Berlin: Verlag Die Wirtschaft.

Automobil Produktion (1991a): „Zeitenwende im Großpreßwerk". In: Sonderausgabe VW Wolfsburg, Dezember 1991: 53–56.

Automobil Produktion (1991b): „Flexible Linie". In: Sonderausgabe: VW Wolfsburg, Dezember 1991: 98–104.

Automobil Produktion (1991c): „Lackieren mit Vernunft". In: Sonderausgabe VW Wolfsburg, Dezember 1991, S. 142–151.

Automobil Produktion (1991d): „20 Millionen Teile am Tag". In: Sonderausgabe: VW Wolfsburg, Dezember 1991, S. 16.

Automobil Produktion (1997a): „Paralleler Anlauf in vier Werken". In: Sonderausgabe VW Golf, Oktober 1997: 52–58.

Automobil Produktion (1997b): „Die sechste Pressengeneration für den vierten Golf". In: Sonderausgabe VW Golf, Oktober 1997, S. 68–70.

Automobil Produktion (1997c): „Vom Rohbau zum Karosserie-Feinbau". In: Sonderausgabe VW Golf, Oktober 1997, S. 74–80.

Automobil Produktion (1997d): „Die segmentierte Fabrik". In: Sonderausgabe Golf IV: 60–67.

Automobil Produktion (1997e): Die Ein-Schritt-Methode in Halle 54. In: Sonderausgabe VW Golf, Oktober 1997: 82–87.

Automobil Produktion (2003a): „Er läuft und läuft und läuft …" In: Sonderausgabe Der neue Golf V, S. 36–38.

Automobil Produktion (2003b): „Steilster Anlauf aller Zeiten". In: Sonderausgabe Der neue Golf V, Dezember 2003: 30–32.

Automobil Produktion (2010): „Neue Anlage setzt Maßstäbe". vom 03.11.2010.

Automotive News Europe (2022): "Giga casting and robots: How VW's Trinity project aims to catch up with Tesla". March 31, 2022. https://europe.autonews.com/automakers/how-vws-trinity-project-aims-catch-tesla. (Letzter Zugriff: 20.12. 2022).

Autor, D. H. (2015): "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation." In: Journal of Economic Perspectives, Vol. 29, No. 3: 4.

Babbage, C. (1999/1832): Die Ökonomie der Maschine. Mit einem Vorwort von Peter Brödner; [engl. zuerst 1832]. Berlin: Kulturverlag Kadmos.

Babson, S. (1988): "Class, Craft, and Culture: Tool and Die Makers and the Organization of the UAW". In: Michigan Historical Review, Vol. 14, No.1: 33–55.

Baethge-Kinsky, V./Kuhlmann, M./Tullius, K. (2018): „Technik und Arbeit in der Arbeitssoziologie – Konzepte für die Analyse des Zusammenhangs von Digitalisierung und Arbeit". In: AIS-Studien, Jg. 11, H. 2: 91–106.

Bailer, L. H. (1943): The Negro automobile worker. In: Journal of Political Economy, Vol. 51, No. 5: 415–428.

Balkhausen, D. (1978): Die dritte industrielle Revolution. Düsseldorf: Econ-Verlag.

Barclay, H. W. (1936): Ford Production Methods. New York, London: Harper & Brothers.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Barnard, J. (1983): Walter Reuther and the Rise of the Auto Workers. Boston/Toronto: Little, Brown and Company.

Bartl, M. (1988): Erfahrungen und Konsequenzen aus Halle 54. In: Warnecke, H.-J. (Hrsg.): Fortschritte in der Montage. Strategien, Methoden, Erfahrungen. Berlin, Heidelberg u.a.: Springer-Verlag: 427–440.

Benad-Wagenhoff, V. (1993): Industrieller Maschinenbau im 19. Jahrhundert. Werkstattpraxis und Entwicklung spanabhebender Werkzeugmaschinen im deutschen Maschinenbau 1870–1914.

Beniger, J. R. (1986): The Control Revolution: Technological and Economic Origins of the Information Society. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Berggren, C. (1991): Von Ford zu Volvo. Automobilherstellung in Schweden. Berlin: Springer Verlag.

Betts, C. (2021): "How many (more) lost decades? The great productivity slowdown in Japan". Munich Personal RePEc Archive-Paper No. 106503, https://mpra.ub.uni-muenchen.de/106503/ (letzter Zugriff: 27.12.2021).

Biggs, L. B. (1987): Industry's master machine: Factory planning and design in the age of mass production, 1900 to 1930. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.

Biggs, L. B. (1996): Rational Factory. Architecture, Technology, and Work in America's Age of Mass Production. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.

Binfield, K., Ed. (2004): Writngs of the Luddites. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.

Björkmann, C./Berggren, C. (1991): Are they unbeatable? Report from a field trip to study transplants, the Japanese owned auto plants in North America. Stockholm: Royal Institute of Technology.

Blauner, R. 1966): Alienation and Freedom: The Factory Worker and His Industry. Chicago: Chicago University Press.

Boes, A./Ziegler, A. (2021): Umbruch in der Automobilindustrie. Analyse der Strategien von Schlüsselunternehmen an der Schwelle zur Informationsökonomie. Forschungsreport. München: Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung.

Bohnsack, A. (1993): Der Jacquard-Webstuhl. München: Verlag Deutsches Museum.

Bönig, J. (1993): Die Einführung von Fließbandarbeit in Deutschland bis 1933: Zur Geschichte einer Sozialinnovation (2 Bände). Münster: LIT-Verlag.

Boudette, N. (2018): "Inside Tesla's Audacious Push to Reinvent the Way Cars Are Made". In: New York Times, 30.6.2018. https://www.nytimes.com/2018/06/30/business/tesla-factory-musk.html (letzter Zugriff: 12.5.2020).

Boyer, R., Charron, E., Jürgens, U., Tolliday, S. (1998): Between Imitation and Innovation. The Transfer and Hybridization of Productive Models in the International Automobile Industry. New York: Oxford University Press.

Brandes S. D. (1976) American Welfare Capitalism, 1880–1940. Chicago: The University of Chicago Press

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Braun, S./Kern, H./Pflüger, A./Schumann, M. (1968a/b): Ablauf und soziale Folgen einer technischen Umstellung in der Rohkarossenmontage eines Automobilwerkes. Forschungsprojekt des Rationalisierungskuratoriums der Deutschen Wirtschaft (RKW): Rationeller Einsatz der menschlichen Arbeitskraft durch soziale und technische Anpassung der Arbeit an den Menschen bei technischer Umstellung. Materialbericht 10, Teil C (1968 a) bzw. Teil D (1968b), Göttingen: Soziologisches Seminar der Universität Göttingen, unveröffentlicht.

Braverman, H. (1977): Die Arbeit im modernen Produktionsprozeß. Frankfurt/New York: Campus-Verlag.

Breque, M./De Nul, L./Petridis, A. (2021): Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Brussels: Directorate General of Research and Innovation, European Commission.

Bright, J. R. (1958): Automation and Management. Boston: Harvard University.

British Census (1861): House of Commons. Parliamentary Papers Online. ProQuest Information and Learning Company 2005.

Brockhaus Enzyklopädie (1967): „Automatisierung". 17. Ausgabe, Zweiter Band. Wiesbaden: F. A. Brockhaus: 156–158.

Brockhaus Enzyklopädie (2006): „Automatisierung, Automation". 21. Ausgabe, Dritter Band. Wiesbaden: F. A. Brockhaus: 20–23.

Brödner, P. (2018): Industrie 4.0 und Big Data – wirklich ein neuer Technologieschub? In: Hirsch-Kreinsen, H., lttermann, P., Niehaus, J., (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos Verlag, S. 323-346.

Brumlop, E. (1986): Arbeitsbewertung bei flexiblem Personaleinsatz. Das Beispiel Volkswagen AG. Frankfurt/New York: Campus-Verlag.

Bryan, F. R. (2003): Rouge: pictured in its prime: covering the years 1917–1940. Detroit: Wayne State University Press.

Brynjolfsson, E./McAfee, A. (2014): The Second Machine Age. Work, Progress and Prosperity in al Time of Brilliant Technologies, New York and London: W.W. Norton & Company.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg. (2018): Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018. Der IKT-Standort Deutschland und seine Position im internationalen Vergleich. Berlin.

Bussinger, R./Hild, G. A./Koch, E./Luxem, C. A./Roos, (1968): Forschungsprojekt des Rationalisierungskuratoriums der Deutschen Wirtschaft (RKW): Rationeller Einsatz der menschlichen Arbeitskraft durch soziale und technische Anpassung der Arbeit an den Menschen bei technischer Umstellung, Materialbericht 10. Fahrzeugbau München, Aachen: Ifo-Institut, RWTH.

Butollo, F., Feuerstein, P., Krzywdzinski, M. (2021): „Was zeichnet die digitale Transformation der Arbeitswelt aus? Ein Deutungsangebot jenseits von Großtheorien und disparater Empirie". In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien 14 (2) 2021: 27.

Carter, S. B./Sutch, R. (Eds.) (2007): Historical Statistics of the United States. Earliest Times to the Present. Millennium Edition, Vol. II, Part B: Work and Welfare. Cambridge etc.: Cambridge University Press.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:50
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Casey, R. (2008): The Model T: A Centennial History. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Chandler, A. D. (Ed.) (1964). Giant enterprise: Ford, General Motors, and the automobile industry. Sources and Readings. New York, Burlingame: Harcourt, Brace & World.

Chandler, A. D. (1977): The Visible Hand. The Managerial Revolution in American Business. Cambridge and London, England: The Belnap Press of Harvard University Press.

Chandler, A. D. (2009). Scale and scope: The dynamics of industrial capitalism. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Child, J. (1978): "The Myth at Lordstown". In: Management Today, October 1978: 80–83, 177,183.

Colvin, F. H. (1913a):". In: American Machinist, Vol. 39, No. 22: 910–912.

Colvin, F. H. (1913b): "Machining the Ford Cylinders". In: *American Machinist*, Vol. 38, No. 21: 841–846.

Cusumano, M. (1985): The Japanese Automobile Industry. Technology and Management at Nissan and Toyota. Cambridge, Mass., London: Harvard University Press.

D'Alessio, N./Oberbeck, H./Seitz, D. (2000): „Rationalisierung in Eigenregie". Ansatzpunkte für den Bruch mit dem Taylorismus bei VW. Hamburg: VSA-Verlag.

Daito, E. (2000): "Automation and the Organization of Production in the Japanese Automobile Industry: Nissan and Toyota in the 1950s". In: Enterprise & Society 1, March: 139–178.

DeBord, M. (2020): "Elon Musk's big battery plans include another shot at his 'alien dreadnought' factory dream". https://www.businessinsider.com/elon-musk-revives-his-alien-dreadnought-factory-dream-for-batteries-2020-9 (letzter Zugriff: 15.12.2022).

Der Spiegel (1972): „Abschied von Fließband". Nr. 1: 55.

Der Spiegel (1983): „Nichts Vergleichbares". Nr. 37: 69–73.

Der Spiegel (1992): „VW: Man kann nur beten". Nr. 49: 136–143.

Dertouzos, M.L./ Lester, R.L./Solow, R.M. (1990): Made in America. Regaining the Competetive Edge. New York: Harper Perennial.

Diebold, J. (1954): Die automatische Fabrik. Nürnberg: Nest Verlag.

Diess, H. (2020): „Volkswagen steht mitten im Sturm". https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/volkswagen-wortlaut-rede-herbert-diess-16-01-2020-radikal-umsteuern-a-1304169.html (letzter Zugriff: 13.12.2022).

Disko, S. (2016): The Devil's Wheels: Men and Motorcycling in the Weimar Republic. New York: Berghahn Books.

Doleschal, R./Dombois, R. (Hrsg.) (1982): Wohin läuft VW? Die Automobilproduktion in der Wirtschaftskrise. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Dolezalek, C. M. (1965): Automatisierung in der industriellen Fertigung. In: *Betriebshütte,* Bd. 3: 1066.

Eckardt, A. (2010): Qualifiziert diskutieren, weiter streiten, mehr mitgestalten! 40 Jahre Kampf um Arbeit im Volkswagen Werk Salzgitter. Hamburg: VSA-Verlag.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Edmonds, C. C. (1923): "Tendencies in the Automobile Industry". In: The American Economic Review, Vol. 13, No. 3: 422–441.

Edsforth, R./Asher, A. (1995): "The Speedup. The Focal Point of Worker's Grievances, 1919–1941". In: Asher, R./Edsforth, R. (Eds.): Autowork. New York: State University of New York Press.

Elbaum, B. (1989): "Why apprenticeship persisted in Britain but not in the United States". In: The Journal of Economic History, Vol. 49, No. 2: 337–349.

Engelberger, J. F. (1980): Robotics in practice. management and applications of industrial robots. New York: Kluwer Academic Publishers.

Europäische Gemeinschaft, Generaldirektion (1980): Mikroelektronik und Beschäftigung in Europa, Jg. 1980, H. 16: 1–8.

Federal Trade Commission (1939): Report on the Motor Vehicle Industry. Washington D.C.: US Government Printing Office: 627–633.

Ferguson, E. S. (1968): Bibliography of the History of Technology. Boston/Mass.: MIT Press.

Fitch, C. H. (1880): Report on the Manufactures of Interchangeable Mechanism (June 1, 1880), Report on the Manufactures of the United States at the Tenth Census, Volume II. Washington: Government Printing Office.

Flik, R. (2001): Von Ford lernen? Automobilbau und Motorisierung in Deutschland bis 1933. Köln: Böhlau Verlag.

Flink, J. J. (1985): „Innovation in Automotive Technology. After a long interval of stagnation, automotive technology may be entering a period of renewed creativity." In: American Scientist, Vol. 73, No. 2: 151–161.

Ford Motor Company (1924): The Ford industries. Facts about the Ford Motor Company and its subsidiaries. Detroit: Ford Motor Company, Ford Motor Company.

Ford, H. (1923): Mein Leben und Werk, 16. Auflage. Leipzig: Paul List Verlag. [engl. Ausgabe zuerst 1922 unter dem Titel: My Life and Work]

Ford, H. (1926a): Das große Heute, das größere Morgen. Leipzig: Paul List Verlag. [engl. Ausgabe zuerst 1926 unter dem Titel: To Day and To Morrow].

Ford, H. (1926b): System of Mass Production. In: British Encyclopedia, 13. Ausgabe: 821–823.

Ford, H. (1930): Und Trotzdem Vorwärts. Leipzig: Paul List Verlag [engl. Ausgabe zuerst 1930 unter dem Titel: Moving Forward].

Frahler, T. (2022): "IT meets Cloud". In: Computer&Automation Nr. 19, 2022: 24f. https://www.computer-automation.de/feldebene/vernetzung/it-meets-ot.198864.html (letzter Zugriff: 14.12.2022).

Frey, C. B./Osborne, M. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? In: Working Paper, Oxford Martin School, University of Oxford.

Frey, C. B. (2019): The Technology Trap. Capital, Labor, and Power in the Age of Information. Princeton & Oxford: Princeton University Press.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Friedrichs, G. (Hrsg.) (1963): Automation und technischer Fortschritt in Deutschland und den USA: ausgewählte Beiträge zu einer internationalen Arbeitstagung der Industriegewerkschaft Metall für die Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt a.M.: Europäische Verlagsanstalt.

Friedrichs, G. (Hrsg.) (1965): Automation: Risiko und Chance; Beiträge zur zweiten internationalen Arbeitstagung der Industriegewerkschaft Metall für die Bundesrepublik Deutschland über Rationalisierung, Automatisierung und technischen Fortschritt, 16. bis 19. März 1965 in Oberhausen; Bd. 1 Frankfurt: Europäische Verlags-Anstalt, 1965.

Friedmann, G. (1955): Industrial Society. The Emergence of the Human Problems of Automation. Glencoe, Ill.: Free Press.

Fujimoto, T. (1997a): What do you mean by automation ratio? Definitions by the Japanese auto makers. In: Shimokawa, K./Jürgens, U./Fujimoto, T. (Eds.): Transforming Automobile Assembly. Experience in Automation and Work Organization. Berlin: Springer Verlag: 64–66.

Fujimoto, T. (1997b): Strategies for assembly automation in the automobile industry. In: Shimokawa, K./Jürgens, U./Fujimoto, T. (Eds.): Transforming Automobile Assembly. Experience in Automation and Work Organization. Berlin: Springer Verlag: 211–237.

Fujimoto, T. (1999): The Evolution of a Manufacturing System at Toyota. New York/Oxford, Oxford University Press.

Glander, G. (2006): Erweiterte Kompetenzentwicklung durch integrierte Arbeits-, Lern- und Kommunikationsprozesse - das Beispiel Auto5000 GmbH. In: Clement, U., Lacher, M. (Hrsg.): Produktionssysteme und Kompetenzwettbewerb. Zu den Veränderungen moderner Arbeitsorganisation und ihren Auswirkungen auf die berufliche Bildung. Stuttgart: Franz Steiner Verlag:181-192.

Goldin I., Koutroumpis, P., Lafond, F., Winkler, J. (2022): Why is productivity slowing down? The Oxford Martin Working Paper Series on Technological and Economic Change: Working Paper No. 2022-8..

Gordon, D. M./Edwards, R./Reich, M. (1982): Segmented work, divided workers. The historical transformation of labor in the United States. Cambridge etc.: Cambridge University Press.

Gordon, R. J. (2016): The Rise and Fall of American Growth. The U.S. Standard of Living since the Civil War. Princeton and Oxford: Princeton University Press.

Grandin, G. (2009): Fordlandia: The Rise and Fall of Henry Ford's Forgotten Jungle City. New York: Metropolitan Books.

Granel, M. (1985): „Auswirkungen des Robotereinsatzes auf die Arbeitsorganisation". In: REFA-Nachrichten, Nr. 4: 15–21.

Greene, R. T. (1990): Implementing Japanese AI Techniques. Turning the tables for a winning strategy. New York etc.: McGraw-Hill.

Greschke, P. (2016): Matrix-Produktion als Konzept einer taktunabhängigen Fertigung. Braunschweig: Dissertation.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Grieger, M. (1995): River Rouge am Mittellandkanal. Das Volkswagenwerk während des Nationalsozialismus. In: Stiftung Bauhaus Dessau & RWTH Aachen (Hrsg.): Zukunft aus Amerika. Fordismus in der Zwischenkriegszeit: Siedlung, Stadt, Raum. Dessau: Stiftung Bauhaus Dessau, RWTH: 163–173.

Hackenberg, W./Fleuster, M./Koch, G. A./Roos, C. A. (1968): Technische Veränderungen in einer Rohkarosseriemontage eines Automobilwerkes unter besonderer Berücksichtigung arbeitstechnischer und arbeitsorganisatorischer Anpassungsvorgänge. Forschungsprojekt des Rationalisierungskuratoriums der Deutschen Wirtschaft (RKW) e. V. „Rationeller Einsatz der menschlichen Arbeitskraft durch soziale und technische Anpassung der Arbeit an den Menschen bei technischer Umstellung" – Materialbericht 10. Fahrzeugbau, Teil F. Aachen: RWTH Aachen (unveröffentlicht).

Hagedorn, M. et al. (2019): Automobile Wertschöpfung bis 2030/2050, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Endbericht. Saarbrücken.

Haipeter, T. (2000): Mitbestimmung bei Volkswagen: neue Chancen für die betriebliche Interessenvertretung? Münster: Westfälisches Dampfboot.

Haipeter, T. (2019): Interessenvertretung bei Volkswagen. Neue Strukturen einer strategischen Mitbestimmung, Hamburg: VSA-Verlag.

Hammer, M. (1959): Vergleichende Morphologie der Arbeit in der europäischen Automobilindustrie: die Entwicklung zur Automation. Basel: Kyklos-Verlag.

Harbour, J. E./Higgins, J. V. (2009): Factory Man. Dearborn, Mich.: Society of Manufacturing Engineers.

Harder, D. S./Davis, D. J. (1953): The Automatic Factory, Ford Motor Company. Conference Paper for the Society of Automotive Engineers, Cleveland.

Haubner, B. (2001): Automobilismus im Kaiserreich. Auftakt zur Massenmotorisierung oder Freizeitvergnügen für Wohlhabende? In: Boch, R. (Hrsg.): Geschichte und Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Stuttgart: Franz Steiner Verlag: 23–40.

Häussler, B./Nolting, H.-D./Reschke, P./Staffeldt, T./Berneis, R. (1996): Rückenleiden und betrieblicher Krankenstand: Eine Analyse des Krankenstandes von Dorsopathien sowie betrieblicher Einflussfaktoren bei Beschäftigten des Volkswagenwerks Wolfsburg auf der Basis von Arbeitsunfähigkeitsdaten der VW-Betriebskrankenkasse. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH.

Heizer, J. R. (1998): Determining responsibility for the moving assembly line. In: Wood, J. C./Wood, M. (Eds.): Henry Ford. Critical Evaluations in Business and Management, Vol. 1. London and New York: Routledge, Taylor and Francis Group: 317–327.

Henry, L. R. (1959): Henry's Fabulous Model A Ford. Los Angeles: Clymer Publications.

Hentschel, V. (1986): Wirtschaftsgeschichte des modernen Japans (Vol. 1). Stuttgart: Steiner.

Herrmann, A./Brenner, W. (2018): Die autonome Revolution. Wie selbstfahrende Autos unsere Straßen erobern. Frankfurt a.M.: Frankfurter Allgemeine Verlag.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Herrmann, F./Beinhauer, W./Borrmann, D./Hertwig, M./Mack, J./Potineke, T./Praeg, C.-P./Rally, P. (2020): Beschäftigung 2030. Auswirkungen von Elektromobilität und Digitalisierung auf die Qualität und Quantität der Beschäftigung bei Volkwagen. Stuttgart: Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO).

Heßler, M. (2014): „Die Halle 54 bei Volkswagen und die Grenzen der Automatisierung. Überlegungen zum Mensch-Maschine-Verhältnis in der industriellen Produktion der 1980er-Jahre". In: Zeithistorische Forschungen/Studies in Contemporary History, Heft 1: 56–76).

Hillebrand, W./Schneider, M. (2007): „Verdammter Wechsel". In: Capital, Jg. 46, H. 2: 16–27.

Hirsch-Kreinsen, H. (1993): NC-Entwicklung als gesellschaftlicher Prozess: amerikanische und deutsche Innovationsmuster der Fertigungstechnik. Frankfurt/New York: Campus Verlag.

Hirsch-Kreinsen, H. (2020): Digitale Transformation der Arbeit. Entwicklungstrends und Gestaltungsansätze. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.

Holweg, M./Pil, F. K. (2004): The Second Century. Reconnecting Customer and Value Chain through Build-to-Order. Cambridge/Mass., London/England: The MIT Press.

Holst, H., Aoki, K., Herrigel, G., Jürgens, U., Modukai, T., Müller, M., Schaede, C., Schröder, M., Sinopoli, R. (2020): „Gemba-Digitalisierung. Wie japanische Unternehmen IoT-Technologien einsetzen". In: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung: ZwF, Jg. 115, Nr. 9: 629–633.

Hooker, C. (1997): Life in the shadows of the crystal palace, 1910–1927: Ford workers in the Model T era. Bowling Green: Bowling Green University Popular Press.

Hounshell, D. A. (1984): From the American System to Mass Production 1800–1932. The Development of Manufacturing Technology in the United States. Baltimore/London: The Johns Hopkins University Press.

Ingrassia, P./White, J. B. (1994): Comeback. The Fall and Rise of the American Automobile Industry. New York etc.: Simon and Schuster.

Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.) (2002): Ganzheitliche Produktionssysteme. Gestaltungsprinzipien und deren Verknüpfung. Köln: Wirtschaftsverlag Bachem.

Jürgens, U. (1997): Rolling Back Cycle times: The Renaissance of the Classic Assembly Line in Final Assembly. In: Shimokawa, K./Jürgens, U./Fujimoto, T. (Eds.): Transforming Automobile Assembly. Experience in Automation and Work Organization. Berlin: Springer Verlag: 255–273.

Jürgens, U. (1998): The Development of Volkswagen's Industrial Model, 1967–1995. In: Freyssenet, M./Mair, A./Shimizu, K./Volpato, G. (Eds.): One Best Way? Trajectories and Industrial Models of the World's Automobile Producers. Oxford/New York: Oxford University Press: 273–310.

Jürgens, U. (Ed.) (2000): New Product Development and Production Networks. Global Industrial Experience. Berlin u.a.: Springer-Verlag.

Jürgens, U. (2007): Warum Toyota so lange so stark ist. Stuttgart: IGM Bezirk Baden-Württemberg.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Jürgens, U., Dohse, K., Malsch, T. (1989): Moderne Zeiten in der Automobilfabrik. Strategien der Produktionsmodernisierung im Länder- und Konzernvergleich. Berlin etc.: Springer Verlag.

Jürgens, U. (2021): Sie schreitet voran. Ein Jahrhundertblick auf die Automatisierung in der Automobilindustrie. In: Christiane Schnell, Sabine Pfeiffer, Roland Hardenberg (Hrsg.): Gutes Arbeiten im digitalen Zeitalter. Frankfurt/New York: Campus Verlag: 193-217.

Jürgens, U., Meißner, H.-R. (2005): Arbeiten am Auto der Zukunft. Produktinnovationen und Perspektiven der Beschäftigten. Berlin: Edition Sigma.

Jürgens, U., Krzywdzinski, M. (2010): Die neue Ost-West-Arbeitsteilung. Arbeitsmodelle und industrielle Beziehungen in der europäischen Automobilindustrie. Frankfurt/New York: Campus Verlag.

Jürgens, U., Krzywdzinski, M. (2016): Neue Arbeitswelten. Wie sich die Arbeitsrealität in den Automobilwerken der BRIC-Länder verändert, Frankfurt/New York: Campus Verlag.

Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. Hrsg. (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0- Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.

Kamata, S. (1983): Japan in the Passing Lane: An Insider's Account Of Life In A Japanese Auto Factory. New York: Pantheon Books.

Kendrick, J. W. (1961): Productivity Trends in the United States. Princeton: Princeton University Press.

Kennedy, E. D. (1941): The Automobile Industry: The Coming of Age of Capitalism's favorite Child. New York: Reynal & Hitchcock.

Kern, H./Schumann, M. (1970): Industriearbeit und Arbeiterbewußtsein. Eine empirische Untersuchung über den Einfluß der aktuellen technischen Entwicklung auf die industrielle Arbeit und das Arbeiterbewußtsein. Teil I und II. Forschungsprojekt des Rationalisierungskuratoriums der Deutschen Wirtschaft (RKW) e.V.: Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland, 8. Band. Frankfurt a.M.: Europäische Verlagsanstalt.

Kern, H./Schumann, M. (1984): Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München: Verlag C.H. Beck.

Kienzle, O. (1923). Zusammenfassung der Hauptgesichtspunkte für den Austauschbau. In: Schriften der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure. Berlin/Heidelberg: Springer: 288–316.

Kirchberg, P./Wächtler, E. (1981): Carl Benz. Gottlieb Daimler. Wilhelm Maybach. Leipzig: B. G. Teubner Verlag.

Klemm, F. (1929): Die Hauptprobleme der Entwicklung der deutschen Automobilindustrie in der Nachkriegszeit und der Wettbewerb dieser Industrie mit dem Ausland, insbesondere mit den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Berlin: Dalmer.

Klobes, F. (2005): Produktionsstrategien und Organisationsmodi. Hamburg: VSA.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Klostermeier, J. (2018): „Volkswagen schafft Software-Einheit mit 5.000 Experten". CIO Newsletter 19.11.2018. https://www.cio.de/a/vw-baut-automotive-cloud-mit-microsoft,3590060 (Letzter Zugriff 12.12. 2022).

Klug, T.A. (2017): Employers' Path to the Open Shop in Detroit, 1903–7. In: Rosemary Feurer, R., Pearson, C. (eds), Against Labor: How U.S. Employers Organized to Defeat Union Activism, Champaign, IL: 78–103.

König, W. (1989): „Konstruieren und Fertigen im deutschen Maschinenbau unter dem Einfluß der Rationalisierungsbewegung". In: Technikgeschichte, Jg. 56, Nr. 3: 183–204.

Köster, C. (2006): Radio Frequency Identification: Einführung, Trends, gesellschaftliche Implikationen. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller.

Krzywdzinski, M. (2021): "Automation Approaches in the Automotive Industry: Germany, Ja- pan and the USA in Comparison". In: International Journal of Automotive Technology an Management, Vol. 21, No.3: 180–199.

Kubisch, U. (1986): Aller Welts Wagen. Die Geschichte eines automobilen Wirtschaftswunders. Von Porsches Volkswagen-Vorläufer zum Käfer-Ausläufer-Modell. Berlin: Elefanten-Press.

Kuch, J. (2007): Schrader-Typen-Chronik VW Golf 1974–1983. Stuttgart: Motorbuch Verlag.

Kuroda, S. (2010): "Do Japanese Work Shorter Hours than before? Measuring trends in market work and leisure using 1976–2006 Japanese time-use survey". In: Journal of the Japanese and International Economics, Vol. 24: 481–502.

Kurz, C. (1999): Repetitivarbeit – unbewältigt: betriebliche und gesellschaftliche Entwicklungsperspektiven eines beharrlichen Arbeitstyps. Berlin: edition sigma.

Lacher, M./Neumann, D./Rubelt, J./Schuler, M. (1987): Die Fort- und Weiterbildung von Montagearbeitern/-innen: Voraussetzungen und Perspektiven am Beispiel der Volkswagen AG. Zwischenbericht. Projekt Fort- und Weiterbildung. Recklinghausen: Forschungsinstitut für Arbeiterbildung e.V.

Lacher, M. (2006): Ganzheitliche Produktionssysteme, Kompetenzerwerb und berufliche Bildung. In: Clement, U., Lacher, M. (Hrsg.): Produktionssysteme und Kompetenzwettbewerb. Zu den Veränderungen moderner Arbeitsorganisation und ihren Auswirkungen auf die berufliche Bildung. Stuttgart: Franz Steiner Verlag: 73–92.

Landau, K. (2013): Mehr Tun Müssen? 100 Jahre Produktivitätsmanagement. Stuttgart: Ergonomia.

Lang, R./Hellpach, W. (1922): Gruppenfabrikation. In: Sozialpsychologische Forschungen des Instituts für Sozialpsychologie an der Technischen Hochschule Karlsruhe, 1. Bd. Berlin: Verlag Julius Springer.

Lange, D. (2021): Aufstand in der Fabrik. Arbeitsverhältnisse und Arbeitskämpfe bei FIAT-Mirfarafioi 1962 bis 1977. Wien u..: Böhlau Verlag.

Lee, E. (2015): "The Past, Present and Future of Cyber-Physical Systems: A Focus on Models". In: *Sensors*, Vol. 15, No. 3: 4837–4869.

Leland, H. M. (1966): Master of Precision. Detroit: Wayne State University Press.

Lewis, D. L. (1976): The Public Image of Henry Ford: an American folk hero and his company. Detroit: Wayne State University Press.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Lichtenstein, N. (1980): "Auto Worker Militancy and the Structure of Factory Life, 1937–1955". In: The Journal of American History, Vol. 67, No. 2: 335–353.

Lichtenstein, N. (1986): Life at the Rouge: A Cycle of Worker's Control. In: Stephenson, C./Asher, R. (Eds.), Life and Labor: Dimensions of American Working-Class History. New York: New York State University: 237–259.

Liker, J. (2018): Tesla vs. TPS: Seeking the Soul in the New Machine. https://www.lean.org/the-lean-post/articles/tesla-vs-tps-seeking-the-soul-in-the-new-machine/ (letzter Zugriff: 20.12.2022)

Liker, J./Meier, D. (2007): Toyota Talent: Developing Your People the Toyota Way, New York: McGraw Hill.

Lin, C. (1994): The Japanese Automotive Industry: Recent Developments and Future Competitive Outlook. Ann Arbor, MI: University of Michigan, Transportation Research Institute, Office for the Study of Automotive Transportation, Report 94–13.

Link, S. J. (2020): Forging Global Fordism: Nazi Germany, Soviet Russia, and the Contest Over the Industrial Order. Princeton, Oxford: Princeton University Press.

Litterer, J. A. (1963): Systematic Management: Design for "organizational recoupling in American manufacturing firms". In: The Business History Review, Vol. 37, No. 4: 369–391.

Lohse, U. (1910): Die geschichtliche Entwicklung der Eisengießerei seit Beginn des 19. Jahrhunderts. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Lünzmann, F. (1984). Montagetechnik in Halle 54. In: Workshop Produktion im Wandel / hrsg. von der Volkswagen AG. Wolfsburg : Volkswagen AG, 1984, S. 11–26

Lünzmann, F. (1992): Lean Production: Einige Gedanken aus der Sicht der Automobilindustrie. In: Hans-Böckler-Stiftung (Hrsg.): Lean Production – Schlanke Produktion. Neues Produktionskonzept humanerer Arbeit. Hans-Böckler-Stftung: Düsseldorf, S. 81–85.

Magney, P. (2019): "Changes in Vehicle Electrical Architecture: Centralized and Software-Defined". https://www.autovision-news.com/electrification/changes-vehicle-electrical-architecture/ (letzter Zugriff: 15.11.2022).

Majohr, D. (2008): Optimierung von Karosserievorbehandlungsanlagen in der Automobilindustrie. Rostock: Dissertation Universität Rostock. Fakultät Maschinenbau und Schiffstechnik. http://d-nb.info/991570278/34 (letzter Zugriff: 16.02.2017).

Maloney, T. N./Whatley, W. C. (1995): "Making the effort: The contours of racial discrimination in Detroit's labor markets", 1920–1940. In: The Journal of Economic History, Vol. 55, No. 3: 465–493.

Marsden, D. (1999): A Theory of Employment Systems. Micro-Foundations of Societal Diversity, Oxford: Oxford University Press.

Marx, K. (1968/1867): Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. Erster Band, Buch I: Der Produktionsprozeß des Kapitals. Hrsg.: Institut für Marxismus-Leninismus beim ZK der SED: Karl Marx Friedrich Engels Bd. 23. Berlin: Dietz Verlag.

Mass, W./Robertson, A. (1996): "From Textiles to Automobiles: Mechanical and Organisational Innovation in the Toyoda Enterprises", 1895–1933. In: Business and Economic History, Vol. 25, No. 2: 1–37.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Matthöfer, H. (1980): Humanisierung der Arbeit und Produktivität in der Industriegesellschaft. Köln: Bund Verlag.

May, G. S. (1977/1924): R. E. Olds. Auto Industry Pioneer. Grand Rapids/Michigan: William B. Eerdmans Publishing Company.

McDonald, J. (2002): A Ghost's Memoir. The Making of Alfred P. Sloan's My Years with General Motors. Cambridge/Mass.: MIT Press.

McKinlay, A./Wilson, J. M. (2012): "'All they lose is the scream': Foucault, Ford and Mass Production". In: *Management and Organization History*, Vol. 7, No. 1: 45–60.

McKinsey Global Institute (2015): The Future of Japan: Reigniting Productivity and Growth. McKinsey & Company.

Meadows, D., Meadows, D., Zahn, E., Milling, P. (1972): Die Grenzen des Wachstums: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart: DVA.

Menzel, S. (2019): „Smartphones auf vier Rädern" – VW bündelt die Softwareentwicklung in neuer Gesellschaft. In: Handelsblatt vom 14.11. 2019. https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/car-software-org-smartphones-auf-vier-raedern-vw-buendelt-die-softwareentwicklung-in-neuer-gesellschaft/25227140.html (letzter Zugriff: 17.10.2022).

Menzel, S. (2020a): „Erste Bilanz des VW-Cloud-Projekts: ‚Einsparungen in dreistelliger Millionenhöhe'". In: Handelsblatt vom 4.5.2020. https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/digitalisierung-erste-bilanz-des-vw-cloud-projekts-einsparungen-in-dreistelliger-millionenhoehe/25791304.html. (letzter Zugriff: 20.11.2022).

Menzel, S. (2020b): „VW will die Software-Probleme rasch lösen – ID.3 kommt im Spätsommer". Handelsblatt vom 10.06.2020. https://www.handelsblatt.com/technik/thespark/volkswagen-vw-will-die-software-probleme-rasch-loesen-id-3-kommt-im-spaetsommer/25904772.html. (letzter Zugriff: 15.12. 2022).

Meyer, J. (2010): VW Golf I: Alles über die Auto-Legende aus Wolfsburg. München: GeraMond Verlag GmbH.

Meyer, S. (1981): The Five Dollar Day: Labor Management and Social Control in the Ford Motor Company, 1908–1921. Albany: State University of New York Press.

Mickler, O./Pelull, W./Wobbe-Ohlenburg, W., Kalmbach, P./Kasiske, R./Manske, F. (1981): Industrieroboter. Bedingungen und soziale Folgen des Einsatzes neuer Technologien in der Automobilproduktion. Schriftenreihe Humanisierung des Arbeitslebens, Bd. 13. Frankfurt/New York: Campus Verlag.

Misa, T. J. (1995): A Nation of Steel. The Making of Modern America 1865–1925. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.

Mokudai, T./Schröder, M./Müller, M./Schaede, C./Holst, H./Sinopoli, R./Jürgens, U./Herrigel, G./Aoki, K. (2021): "Digital Technologies as Lean Augmentation: A Preliminary Study of Japanese Automotive Manufacturers". In: International Journal of Automotive Technology and Management, Vol. 21, No. 3: 229–249.

Moll, H. H. (1961): Die Entwicklungstendenzen der Automatisierung und Schlußfolgerungen für die Ausbildung in der Automobilindustrie. In: Zentralstelle zur Erforschung und Förderung der Berufserziehung: Automatisierung und Berufsausbildung. Bielefeld: Bertelsmann Verlag: 51–68.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Moll, H. H./Ulbricht, W. (1957): „Heutiger technischer Stand und Entwicklungstendenzen in der Automatisierung der Fertigung, am Beispiel einer Automobilfabrik". In: Werkstatttechnik und Maschinenbau, Jg. 47, Nr. 3: 117–123.

Mommsen, H./Grieger, M. (1996): Das Volkswagenwerk und seine Arbeiter im Dritten Reich. Düsseldorf: ECON.

Monden, Y. (1993/1983): Toyota Production System. An integrated approach to just-in-time. Second edition. Norcross, Georgia: Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers, 2.Ausgabe [Die Erstausgabe ist 1983 unter dem Titel Toyogta Production System. Practical Approach to Production Management erschienen].

Montgomery, D. (1987): The Fall of the House of Labor. The Workplace, the State, and American Labor Activism, 1865–1925. Cambridge: Cambridge University Press.

Morghen, D. (1984): Sicherheitsaspekte beim Einsatz von Industrierobotern. In: Volkswagenwerk AG-Gesundheitswesen: Die Anwendung arbeitswissenschaftlicher/arbeitsmedizinischer Erkenntnisse bei der Einführung neuer Technologien. Dokumentation der GfA-Herbstkonferenz 1984. Wolfsburg: Volkswagen AG: 79–89.

Morris, C. (2021): Tesla: How Elon Musk and Company Made Electric Cars Cool, and Remade the Automotive and Energy Industries. Kindle-Ausgabe.

Mortier W. L. F. (1924): "Workers, Machinery, and Production in the Automobile Industry". In: Monthly Labor Review, Vol. XIX, No. 4: 735–760.

Moss, E., Nunn, R., Shambaugh, J. (2020): The Slowdown in Productivity Growth and Policies That Can Restore It. Washington: Brookings.

Möreke, M. (2020): Mit qualifizierter Mitbestimmung Transformationsprozesse gestalten und gute Arbeit sichern. In: Schnell, C./Hardenberg, R. (Hrsg.): Gutes Arbeiten im digitalen Zeitalter. Frankfurt a.M.: Campus Verlag: 237–251.

Möser, K. (2002): Geschichte des Autos. Frankfurt/New York: Campus-Verlag.

Murray, J./Schwartz, M. (2019): Wrecked. How the American Automobile Industry Destroyed its Capacity to Compete. New York: Russell Sage Foundation.

Musso, S. (1995): Production Methods and Industrial Relations at Fiat (1930–1990). In: Shiomi, H., Wada, K. (Eds.): Fordism Transformed. The Development of Production Methods in the Automobile Industry. Oxford: Oxford University Press: 243–268.

Nadworny, M. J. (1955): Scientific Management and the Unions,1900–1932. Cambridge/Mass.: Harvard University Press.

Nakase, Toshikazu (1979), The introduction of scientific management in Japan and its characteristics, in: Nakagawa, Keiichiro (ed), Labor and Management, University of Tokyo Press, Tokyo, 171–202

Nambiar, K. (2021): "The Manufacturing Revolution of Tesla". https://www.analyticssteps.com/blogs/manufacturing-revolution-tesla (letzter Zugriff: 30.12.2022).

National Commission on Technology, Automation and Economic Progress (1966): The Employment Impact of Technological Change, Vol. II: Technology and the American Economy. Washington/D.C.: Government Printing Office.

National Intelligence Council (2021): Global Trends. A more contested world. Office of the Director of National Intelligence, March 1921. https://www.dni.gov/index.php/gt2040-home (letzter Zugriff: 12.12.2022).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Nelson, D. (1974): "The New Factory System and the Unions: The NCR Dispute of 1901". In: *Labor History*, Vol. 15, No. 2: 163–178.

Nelson, D. (1975): Managers and Workers. Origins of the New Factory System in the United States 1880–1920. Madison: The University of Wisconsin Press.

Neubauer, Günter (1980): Sozioökonomische Bedingungen der Rationalisierung und der gewerkschaftlichen Rationalisierungsschutzpolitik: vergleichende Untersuchung der Rationalisierungsphasen 1918 bis 1933 u. 1945 bis 1968. Berlin, Freie Universität: Dissertation.

Nevins, A. (1954): Ford: The Times, the Man, the Company. New York: Charles Scribner's Sons.

Nevins, A./Hill, F. E. (1957): Ford: Expansion and Challenge: 1915–1933. New York: Charles Scribner's Sons.

Nevins, A./Hill, F. E. (1963): Ford: Decline and Rebirth: 1933–1962. New York: Charles Scribner's Sons.

Nieuwenhuis, P./Wells, P. (2007): "The all-steel body as a cornerstone to the foundations of the mass production car industry". In: Industrial and Corporate Change, Vol. 16, No. 2: 183–211.

Noble, D. (1984): Forces of Production: A Social History of Automation. New York: Knopf.

Noble, D. (1995): Progress Without People. Technology, Unemployment, and the Message of Resistance. Toronto/Canada: Between the Lines.

Nof, S. Y. (Ed.) (2009): Springer Handbook of Automation. Berlin u.a.: Springer Science & Business Media.

Nomura, M./Jürgens, U. (1995): Binnenstrukturen des japanischen Produktivitätserfolges. Arbeitsbeziehungen und Leistungsregulierung in zwei japanischen Automobilunternehmen. Berlin: edition sigma.

Norton, S. W. (2003): Informative and Competitive Advantage. In: Wood, J. C./Wood, M. (Eds.): Henry Ford. Critical Evaluations in Business and Management, Vol. II. London/New York: Routledge: 203–230.

Norwood, S. W. (1996): "Ford's Brass Knuckles: Harry Bennett. The Cult of Muscularity, and Anti-Labor Terror", 1920–1945. In: Labor History, Vol. 37, No. 3: 365–391.

O'Brien, A. P. (2003): The Importance of Adjusting Production to Sales in the Early Automobile Industry. In: Wood, J. C./Wood, M.: Henry Ford. Critical Evaluations in Business and Management. London and New York: Routledge, Vol. II: 231–257.

OECD (1983): Industrial Robots. Their Role in Manufacturing Industry, Paris:OECD.

Osborne, A. (1980): Treibjagd: im Strudel der Mikroelektronik. Stuttgart: Te-Wi Verlag.Peterson, J. S. (1979): Black Automobile Workers in Detroit, 1910–1930. In: Journal of Negroe History, Vol. 64, No. 3: 177–190.

Paulinyi, A./Troitzsch, U. (1991): Mechanisierung und Maschinisierung: 1600 bis 1840. Vol.3. Berlin: Propyläen Verlag.

Perez, C. (2010): "Technological revolutions and techno-economic paradigms". In: Cambridge Journal of Economics No. 34: 185–202.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Pfeiffer, S. (2007): Montage und Erfahrung. Warum Ganzheitliche Produktionssysteme menschliches Arbeitsvermögen brauchen. München/Mering: Rainer Hampp Verlag.

Piore, M. J./Sabel, C. F. (1984): The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity. New York: Basic Books.

Pollock, F. A. (1964/1956): Automation. Materialien zur Beurteilung ihrer ökonomischen und sozialen Folgen. Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt.

Poppe, J. (1984): Mikroelektronik – Jobkiller oder Jobknüller? Versuch einer Einschätzung für die Bundesrepublik Deutschland. Pfaffenweiler: Centaurus-Verlagsgesellschaft.

Purbrick L. (1993): "The Dream Machine: Charles Babbage and His Imaginary Computers". In: Journal of Design History, Vol. 6, No. 1 (1993), pp. 9–23.

Raabe, H. (1997b): „Mensch und Robbi Hand in Hand". In: *Wolfsburger Nachrichten* vom 15.08.1997.

Raff, D.M.G. (1994): "Productivity growth at Ford in the Coming of Mass Production: A preliminary analysis". In: *Business and Economic History*, Vol. 25, No.1: 176–185.

Raff, D.M.G./Summers, L.H. (1987): Did Henry Ford Pay Efficiency Wages? In: Journal of Labor Economics, Vol. 5, No.4: 57–86.

Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft (1970): Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der Bundesrepublik Deutschland. Erster Band, Sieben Berichte, Kurzfassung der Ergebnisse, Frankfurt a.M.: Europäische Verlagsanstalt.

Reulaux, F. (1900): Lehrbuch der Kinematik, Zweiter Band: Die praktischen Beziehungen der Kinematik zu Geometrie und Mechanik. Braunschweig: Vieweg und Sohn.

Resnikoff, J.Z. (2019): The Misantropic Sublime: Automation and the Meaning of Work in the Postwar United States. Dissertation Columbia University. Ann Arbor, Michigan: ProQuest.

Reynolds, D. (2003): Engines of Struggle. Technology, Skill and Unionization at General Motors, 1930–1940. In: Wood, J.C. and Wood, M.C.(Eds.): Henry Ford. Critical Evaluations in Business and Management. Vol. II: 348–356.

Rid, T. (2016): Maschinendämmerung. Eine kurze Geschichte der Kybernetik. Berlin: Propyläen.

Rieger, B. (2013): The People's Car: A Global History of the Volkswagen Beetle. Cambridge/Mass.: Harvard University Press.

Ritter, G. A./Tenfelde, K. (1992): Arbeiter im Deutschen Kaiserreich 1871 bis 1914. Berlin: Verlag J.H.W. Dietz.

Rosenberg, N. (1963): The American System of Manufactures. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Rothschild, E. (1975): Paradise Lost. The Decline of the Auto-Industrial Age. New York: Random House.

Schmitt, B. (2019), „Inside Toyota's Takaoka #2 Line". https://www.thedrive.com/tech/26955/inside-toyotas-takaoka-2-line-the-most-flexible-line-in-the-world (letzter Zugriff 30.6.2020).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Schonberger, R. (2006): "Japanese Production Management: An evolution – with mixed success". In: Journal of Operations Management Vol. 25: 403–419.

Schumann, M. (2013): Das Jahrhundert der Industriearbeit. Soziologische Erkenntnisse und Ausblicke. Weinheim/Basel: Beltz Juventa Verlag.

Schumann, M./Kuhlmann, M./Sanders, F./Sperling, H. J. (2004): AUTO 5000 – eine Kampfansage an veraltete Fabrikgestaltung. In: SOFI-Mitteilungen, Nr. 32: 23–46.

Schumann, M./Kuhlmann, M./Sanders, F./Sperling, H. J. (Hrsg.) (2006): AUTO 5000: ein neues Produktionskonzept. Die deutsche Antwort auf den Toyota-Weg? Hamburg: VSA.

Schumann, M./Baethge-Kinsky, V. Kuhlmann, M., Kurz, C., Neumann, U. (1994): Trendreport Rationalisierung. Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Chemische Industrie. Berlin: edition sigma.

Schwab, K. (2016): Die Vierte Industrielle Revolution. München: Pantheon.

Seherr-Thoss, H. C. (1979): Die deutsche Automobilindustrie. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt.

Seiwert, M./Fritz, M./Klesse, H.-J. (2012): „Das Volkswagnis". In: Wirtschaftswoche, Nr. 45: 44–50.

Sendler, U. (2022): „Die drei Zwillinge". In: Computer & Automation, 6.3.2023. https://www.computer-automation.de/feldebene/vernetzung/die-drei-zwillinge.202497.html?utm_source = liana&utm_medium = email&utm_campaign = newsletter (letzter Zugriff: 18.12. 2022)

Shenhav, Y. (1999): Manufacturing Rationality. The Engineering Foundations of the Managerial Revolution. New York: Oxford University Press.

Shergold, P. R. (1946): Working-Class Life: The "American Standard" in Comparative Perspective, 1899–1913. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Shimizu, K. (1998): A New Toyotaism. In: Freysenet, M., Mair, A., Shiizu, K., Volopto, G.: On Best Way? Trajectories and Industrial Models of the World's Automobile Producers. New York: Oxford University Press: 63–90.

Shimokawa, K./Jürgens, U./Fujimoto, T. (Hrsg.) (1997): Transforming automobile assembly. Experience in automation and work organization. Berlin u.a.: Springer.

Shimokawa, K./Fujimoto, T. (Eds.) (2009): The Birth of Lean – Conversations with Taiichi Ohno, Eiji Toyoda, and Other Figures who Shaped Toyota Management. Cambridge/Mass.: The Lean Enterprise Institute.

Shimokawa, K. (2010): Japan and the Global Automotive Industry. Cambridge etc.: Cambridge University Press.

Shingo, S. (1981): A Study of the Toyota Production System from Industrial Engineering Viewpoint. Tokyo: Japan Management Association. Revidierte Ausgabe (1989): Cambridge/Mass. and Norwalk/Conn.: Productivity Press 1989.

Shiomi, H./Wada, K. (1995): Fordism transformed: The Development of Production Methods in the Automobile Industry. Oxford: Oxford University Press.

Sloan A. P. (1969/1963): My Years with General Motors. London: Pan Nooks.

Sörensen, C. E. (1956): My Forty Years with Ford, Detroit: Wayne State University Press.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Spöttl, G. (2016): „Facharbeiter – Sind sie die Verlierer bei Industrie 4.0?". In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft – GfA (Hrsg.): Arbeit in komplexen Systemen – digital, vernetzt, human?!: 62. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: 2.-4. März 2016, Dortmund. https://gfa2016.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de/inhalt/A.3.6.pdf

Stahlinstitut (Hrsg.) (2015): Stahlfibel. Düsseldorf: Stahleisen Verl.

Stegmaier, G./Wittich, H. (2022): „Neues VW-Werk für Trinity in Wolfsburg-Warmenau. VWs 2-Milliarden-Fabrik mit Tesla-Standard". In: auto motor sport vom 4.4. 2022. https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/vw-trinity-volkswagen-baut-neues-werk-in-wolfsburg/ (letzter Zugriff 30.12.2022).

Steinkühler, F. (1977): Die Durchsetzung und Anwendung des Lohnrahmentarifvertrags II. In: Vorstand der IG Metall für die Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Werktage werden besser. Der Kampf um den Lohnrahmentarif II in Nordwürttemberg/Nordbaden. Köln, Frankfurt a.M.: Europäische Verlagsanstalt: 21–55.

Sugimori, Y./Kusonoki, K./Cho, F./Uchikawa, S. (1977): "Production Control Department, Toyota Motor Co., Ltd., Japan: Toyota production system and Kanban system – materialization of just-in-time and respect-for-human system". In: International Journal of Production Research, Vol. 15, No. 6: 553–564.

Sugrue, T. J. (2014). Origins of the Urban Crisis: Race and Inequality in Postwar Detroit – Updated Edition (Princeton Studies in American Politics: Historical, International, and Comparative Perspectives). Princeton: Princeton University Press.

Sward, K. (1968): The Legend of Henry Ford (Vol. 129). New York: Atheneum, 1968.

Syverson, C. (2011), "What determines productivity?", Journal of Economic Literature Vol.49, No. 2: 326–65.

Tarnow, F. (1928): Warum arm sein? Berlin: Verlagsgesellschaft des Allgemeinen Deutschen Gewerkschaftsbundes.

Taylor, E., Shirouzu, N., White. J. (20229: "How Tesla defined a new era for the global auto industry". https://www.reuters.com/article/us-autos-tesla-newera-insight-idUSKCN24N0GB (letzter Zugriff: 22.12. 2022).

Taylor, F. W. (1893): Notes on Belting. In: Transactions, Vol. XV: 204–258.

Taylor, F. W. (1903): Shop Management. In: Transactions of ASME, Vol. 24: 1337–1480.

Taylor, F. W. (1906): The Art of Cutting Metals. New York: American Society of Mechanical Engineers.

Taylor, F. W. (1911): The Principles of Scientific Management. New York/London: Harper & Brothers.

Teslamag (2020): „Top-Elektroauto in 10 Stunden: VW-Chef will jetzt auch in Produktion auf Tesla-Kurs gehen". https://teslamag.de/news/top-elektroauto-10-stunden-vw-chef-will-produktion-tesla-kurs-32168.

Tolliday, S. (1995):" Enterprise and State in the West German Wirtschaftswunder: Volkswagen and the Automobile Industry, 1939–1962". In: Business History Review, Vol. 69, No. 3: 273–350.

Toyoda, E. (1987): Toyota Fifty Years in Motion. Tokyo and New York: Kodansha International.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Toyota Motor Corporation (1988): Toyota: A History of the First 50 Years. Toyota Motor Corporation.

Toyota Motor Corporation (2012): Toyota: A 75-Year History. https://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter1/section1/item1.html (letzter Zugriff 30.4.2023).

Toyota Motor Corporation (Jahrgänge 2008–2017): Geschäftsberichte.

Toyota Motor Corporation (o.J.): 75 Years of Toyota https://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter1/section1/item1.html (letzter Zugriff: 23.10.2022).

Tsuitsui, W. (1998): Manufacturing Ideology. Scientific Management in Twentieth-Century Japan. Princeton: Princeton Univ. Press.

Ullrich, G. (2015): Automated Guided Vehicle Systems. A Primer with Practical Applications. Heidelberg: Springer Verlag.

Ulrich, E. (1968a): „Stufung und Messung der Mechanisierung und Automatisierung, Teil I: Stufung des Technisierungsprozesses". In: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, H. 2: 28–43.

Ulrich, E. (1968b): „Stufung und Messung der Mechanisierung und Automatisierung, Teil II: Messung des Technisierungsprozesses". In: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, H. 3: 102–126.

United States Bureau of the Census (1943): Comparative Occupation Statistics for the United States, 1870 to 1940, Part II: Comparative Occupation Statistics 1870 to 1930 United States Department of Commerce. Washington: Government Printing Office.

Vahrenkamp, R. (1977): Einleitung. In: Volpert, W./Vahrenkamp, R.: Frederick Winslow Taylor – Ein Denker zwischen Manufaktur und Großindustrie. Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung. Weinheim/Basel: Beltz-Verlag: LII-IXC.

van Baßhuisen, R./Schäfer, F. (Hrsg.) (2017): Handbuch Verbrennungsmotor. Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven. 8., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.

van Deventer, J. H. (1922): "Ford Principles and Practice at River Rouge: I: Links in a Complete Industrial Chain". In: Industrial Management, Vol. 64, No.3 131–137.van Deventer, J. H. (1923a): Ford Principles and Practices at River Rouge VI: Operations in the World's Biggest Foundry. In: Industrial Management, Vol. 65, No. 2: 67–76.

van Deventer, J. H. (1923b): "Ford Principles and Practices at River Rouge IX – Machine Tool Arrangement and Parts Transportation". In: Industrial Management, Vol.65, No. 5: 257-267.

van Deventer, J. H. (1923c): "Ford Principles and Practices at River Rouge X – Machine Operations on Ford Cylinders and Fordson Pistons". In: Industrial Management, Vol.65, No. 6: 359–368.

Vance, A. (2015): Elon Musk. Tesla, PayPal, SpaceX. Wie Elon Musk die Welt veränderte. München: Finanzbuchverlag.

Voigt, J. (2022): "VW ID.6 (Trinity/SUV): "Preis & Reichweite ID.6 – Mr. Passat and Touareg". In: Auto Zeitung 14.12.2022. https://www.autozeitung.de/vw-id-2021-preis-reichweite-199020.html (letzter Zugriff: 30.12.2022).

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Volkswagen (2009): Personalmarketing: Berufsausbildung und Studium im Praxisverbund bei Volkwagen, Broschüre 08/2009. Wolfsburg: VW AG

Volkswagen (2016): "TRANSFORM 2025+ Volkswagen präsentiert Strategie für das nächste Jahrzehnt". VW Group Nachrichten Wolfsburg, 22.11.2016. https://www.volkswagenag.com/de/news/2016/11/transform-2025.html (Letzter Zugriff 3.3. 2023).

Volkswagen (2020): „Volkswagen bringt weitere Partnerunternehmen in die Industrial Cloud". Wolfsburg. Volkswagen Group Nachrichten, Wolfsburg 23.07.2020. https://www.volkswagenag.com/de/news/2020/07/Industrial_Cloud.html (letzter Zugriff: 25.08.2020).

Volkswagen (2021a): "Volkswagen is accelerating transformation into software-driven mobility provider". Volkswagen AG News, Wolfsburg 3.5.2021. https://www.volkswagenag.com/en/news/2021/03/volkswagen-is-accelerating-transformation-into-software-driven-m.html#:~:text=Volkswagen%20is%20accelerating%20transformation%20into%20software-dri-ven%20mobility%20provider,autonomous%20driving%20widely%20available%20by%202030%20Weitere%20Elemente (letzter Zugriff 3.3. 2022).

Volkswagen (2021b): „Projekt Trinity: Mit hoher Reichweite, extrem kurzen Ladezeiten und revolutionärer Produktion startet die Limousine 2026". VW Newsroom 5.3.2021 https://www.volkswagen-newsroom.com/de/pressemitteilungen/projekt-trinity-mit-hoher-reichweite-extrem-kurzen-ladezeiten-und-revolutionaerer-produktion-startet-die-limousine-2026-6879 (letzter Zugriff: 25.4. 2023)

Volkswagen (2022a): „Volkswagen richtet Technische Entwicklung neu aus: mehr Tempo bei Produktzyklen und digitalen Angeboten". VW Newsroom, 3.3. 2022. https://www.volkswagen-newsroom.com/de/pressemitteilungen/volkswagen-richtet-technische-entwicklung-neu-aus-mehr-tempo-bei-produktzyklen-und-digitalen-angeboten-7768. (letzter Zugriff: 03.03.2023).

Volkswagen (2022b): "Everything we know as of June 2022". Ursprünglicher Autor: S. Kothari. Home News Volkswagen. https://topelectricsuv.com/news/volkswagen/vw-id7-touareg-electric/ (letzter Zugriff: 30.12.2022).

Volkswagen Besucherdienste (2012): Gästebuch. Wolfsburg: Volkswagen AG

Volkswagen Bildungsinstitut (2023): Ausbildungsangebote. https://www.vw-bi.de/ausbildung/berufe.html (letzter Zugriff: 30. 4. 2023)

von Gottl-Ottlilienfeld, F. (1925): Fordismus? Von Frederick W. Taylor zu Henry Ford. Jena: Verlag Gustav Fischer.

Wada, K. (1995): The Emergence of the ‚Flow Production'-Method in Japan. In: Shiomi, H./Wada, K. (Eds.): Fordism transformed. The Development of Production Methods in the Automobile Industry. Oxford: Oxford University Press: 11–27.

Wada, K. (2020): The Evolution of the Toyota Production System. Singapore: Springer Nature Singapore Pte.

Walker,C.R., Guest, R.H. (1952): The Man on the Assembly Line. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Waltl, H./Wildemann, H. (2015): Modularisierung der Produktion in der Automobilindustrie. München: TCW Transfer-Centrum.

Warnecke, H.-J. (1992): Die Fraktale Fabrik – Revolution der Unternehmenskultur. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Warnecke, H.-J./Schraft, R. D. (1973): Industrie-Roboter. Mainz: Krausskopf-Verlag.

Weber, A. (2002): "Then and Now: The Mechanical Marvel". In: Assembly Magazine, 01.02.2002: http://www.assemblymag.com/articles/82986-then-now-the-mechanical-marvel (letzter Zugriff: 30.01.2017).

Weber, A. (2003): "Special Section: Automation Pioneers". In: Assembly Magazine, 20.05.2003: http://www.assemblymag.com/articles/print/83963-special-section-automation-pioneers (letzter Zugriff: 30.01.2017).

Weißgerber, F. (1991): „Eine Belegschaft von Unternehmern". In: Automobil Produktion, Sonderausgabe VW-Wolfsburg, Dezember 1991: 30–34.

Wellhöner, V. (1996): „Wirtschaftswunder", Weltmarkt, Westdeutscher Fordismus. Der Fall Volkswagen. Münster: Verlag Westfälisches Dampfboot.

Wenk, R. (2021): „VW Trinity – Studie läutet Strategie Accelerate ein". NewCarz-Autonews Volkswagen 8.3.2021. https://www.newcarz.de/2021/03/08/vw-trinity-studie-laeutet-strategie-accelerate-ein/ (letzter Zugriff: 30.12.2022).

Widick, B. J. (Ed.) (1976): Auto Workers and its Discontents. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.

Widuckel-Mathias, W. (1992): Die Bedeutung von Lean Production für die Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnenbei Volkwagen: Die Revolution in der Autoindustrie mitgestalten! In: Lean Production Schlanke Produktion. Neues Produktionskonzept humanerer Arbeit? Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung, S. 87–91.

Wiener, N. (1961): Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine (Vol. 25). M.I.T Press and Wiley and Sons. [zuerst erschienen: 1950]

Wiersch, B. (1974): Die Vorbereitung des Volkswagens. Dissertation. Technische Universität Hannover.

Wiersch, B. (2010): VW-Typenkunde 1945–1974. Bielefeld: Delius Klasing Verlag.

Wiersch, B. (2013): Als der Käfer laufen lernte: Die VW-Produktion der frühen Jahre. Bielefeld: Delius Klasing Verlag.

Wildemann, H. (1994): Die modulare Fabrik: Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung, München.

Wilhelm, B. (1997): Platform and Modular Concepts at Volkswagen – their Effects on the Assembly Process. In: Shimokawa, K./Jürgens, U./Fujimoto, T. (Eds.): Transforming automobile assembly. Berlin: Springer Verlag: 146–156.

Williams /Haslam, C./Williams, J./Adcroft, A./Johal, S. (1994): Cars: Analysis, history, cases. Oxford/New York: Berghahn Books.

Wilson, J. M. (2015a): Ford's Development and Use of the Assembly Line, 1908–1927. In: Bowden, B./Lamond, D. (Ed.): Management History: Its Global Past and Present. Charlotte, NC: Information Age Publishing: 71–92.

Wilson, J. M. (2015b): "Henry Ford's just-in-time system". In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 15, No. 12: 59–75.

Wilson, J. M./McKinlay, A. (2010): "Rethinking the assembly line: Organisation, performance and productivity in Ford Motor Company, 1908–1927". In: Business History, Vol. 52, No. 5: 760–778.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb

Winchester, S. (2018): The Perfectionists. How precision engineers created the modern world. New York: Harper Collins.

Winnewisser, P. (1999): The Legendary Model A Ford: The Ultimate History of One of America's Great Automobiles. Iola/Wisc.: Krause Publications.

Wobbe-Ohlenburg, W. (1982): Der Einfluß neuer Produktionstechnologien auf die Struktur der Automobilarbeit. Eine Fallstudie zum Einsatz von Industrierobotern im Volkswagenwerk Wolfsburg. Göttingen: Dissertation.

Womack, J. P./Jones, D. T./Roos, D. (1991): Die zweite Revolution in der Autoindustrie. Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology. Frankfurt a.M., New York: Campus Verlag. (engl. Erstausgabe 1990 unter dem Titel: The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production].

Woudenberg, P.R. (1976): Ford in the Thirties. Los Angeles: Petersen Publishing Company.

Ziemke, A./Stöckel, T./Thomsen, L. (2016): Produktion 4.0. Neue Wege für die Automobilindustrie. Pattensen: Media-Manufaktur GmbH.

Zuntz, O. (1990): Making America Corporate 1870 - 1920. Chicago and London: The Univerity of Chicago Press.

https://doi.org/10.5771/9783748929055, am 06.06.2024, 21:52:51
Open Access – (cc) BY-SA - https://www.nomos-elibrary.de/agb