

„Hidden Innovators“ – Perspektiven nicht-forschungsintensiver Industrien

Dem Mainstream der wissenschaftlichen und öffentlichen Innovationsdebatte zufolge ist die forcierte Entwicklung von Spitzentechnologien die zentrale Voraussetzung, um Wachstum und Beschäftigung zu sichern. Indes zeigt die Innovationsforschung seit Längerem überzeugend, dass nicht-forschungsintensive Industrien in dieser Debatte weithin übersehene Innovations- und Wachstumspotenziale aufweisen. Im vorliegenden Beitrag werden diese Forschungsergebnisse zusammengefasst. Erkennbar wird dabei, dass ein als „hybrid“ zu bezeichnendes Innovationsmodell für nicht-forschungsintensive Unternehmen als besonders aussichtsreich angesehen werden kann.

HARTMUT HIRSCH-KREINSEN

1. Einleitung

Seit Beginn des letzten Jahrzehnts hat sich in der internationalen und nationalen Innovationsforschung ein Forschungsschwerpunkt etabliert, der sich mit Innovationsprozessen in nicht-forschungsintensiven (NFI) Industriezweigen beschäftigt. Die Abgrenzung dieser Industrien erfolgt anhand des bekannten Indikators der Forschungs- und Entwicklungs-(FuE)-Intensität, der die durchschnittlichen Ausgaben firmeninterner Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Relation zum Umsatz erfasst. Als nicht-forschungsintensiv gelten danach Industrien, die eine FuE-Intensität von weniger als 3 % (OECD 2005) bzw. weniger als 2,5 % (Legler/Frietsch 2007) aufweisen. Im internationalen Sprachgebrauch werden diese Wirtschaftszweige auch als „low-technology“ bezeichnet. Konkret werden hiermit große und etablierte Industriebranchen wie die Metallverarbeitung, die Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren, das Ernährungs-gewerbe, die Herstellung von Holz-, Papier- und Druckerzeugnissen oder die Möbelherstellung angesprochen. So war in NFI-Industriezweigen in Deutschland im Jahr 2006 rund die Hälfte aller Erwerbstätigen des Verarbeitenden Gewerbes beschäftigt, wobei dieser Anteil seit den 1990er Jahren eine hohe Stabilität aufweist (Deutscher Bundestag 2011, S. 30). Im Unterschied zu den NFI-Wirtschaftszweigen gelten alle jene Branchen, die eine höhere FuE-Intensität aufweisen, als „high-tech“ und „medium-tech“ bzw. als „forschungsintensiv“.

Als Spitzenreiter werden hier beispielsweise die Hersteller von DV-Geräten, die Medizintechnik und die Pharmazeutische Industrie gesehen; eine weit überdurchschnittliche FuE-Intensität weisen in Deutschland aber auch die Automobilindustrie und Teile des Maschinenbaus auf.

Das Forschungsinteresse an den NFI-Industrien begründet sich in einer Kritik am Mainstream der wissenschaftlichen und politischen Innovationsdebatte, dem zufolge – insbesondere angesichts wachsender internationaler Technologiekonkurrenz – forcierte Investitionen in FuE sowie in Spitzentechnologien die zentralen Bestimmungsfaktoren für Wachstum und Wohlstand seien.¹ Kritisiert wird vor allem, dass in dieser Debatte die spezifische Innovationsfähigkeit und die Wachstumspotenziale von NFI-Industrien übersehen werden.² Demgegenüber konnten die Forschungsergebnisse instruktiv zeigen, dass NFI- ▶

¹ Stellvertretend für diesen breiten Mainstream seien einerseits die kapitalismuskritische Position Hübners (2011), andererseits die wachstumstheoretisch begründete Sichtweise der Expertenkommission Forschung und Innovation der Bundesregierung (EFI 2012) genannt.

² Eine überraschende Ausnahme hiervon ist, dass sich – angestoßen von den hier resümierten Forschungsergebnissen – jüngst der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technologiefolgenabschätzung des Bundestages mit den Zukunftspotenzialen und Strategien nicht-forschungsintensiver Industrien befasst hat (Deutscher Bundestag 2011).

Industrien technologisch überraschend innovativ sind und in Hinblick auf die Innovationsfähigkeit einer ganzen Volkswirtschaft eine nicht zu unterschätzende wichtige Rolle spielen (z. B. Tunzelmann/Acha 2005; Arundel et al. 2008; Hirsch-Kreinsen 2008; Robertson et al. 2009). Anschaulich werden sie daher auch als „hidden innovators“ bezeichnet (Barge-Gil et al. 2011).

Diese Forschungsergebnisse sollen im Folgenden zusammengefasst und innovationspolitische Schlussfolgerungen gezogen werden. These ist dabei, dass es im industriellen NFI-Sektor zukunftsweisende Innovationspotenziale gibt, die mit der Kategorie „hybride Innovation“ gefasst werden können. Damit sollen in Anschluss an die Innovationsforschung (z. B. McKelvey 2001a; Harhoff/Mayrhofer 2008) eine zunehmende Heterogenität betrieblicher Innovationsstrategien – etwa in Hinblick auf das erforderliche Wissen und die beteiligten Akteure – sowie ein ausgeweiteter Anwendungsbezug bezeichnet werden.

Im Einzelnen geht der vorliegende Beitrag in folgenden Argumentationsschritten vor: In Abschnitt 2 wird das im industriellen NFI-Sektor vorherrschende Innovationsmuster in Hinblick auf die anzutreffenden Innovationsschwerpunkte, seine Wissensbasis und die vorherrschenden Organisationsformen der Innovationen analysiert; davon ausgehend wird in Abschnitt 3 der Begriff der hybriden Innovation präzisiert und genauer begründet. Abschließend werden innovationspolitische Schlussfolgerungen gezogen (4). Materialbasis der Argumentation ist eine systematische Durchsicht der in den letzten ca. zehn Jahren methodisch quantitativ und qualitativ erarbeiteten Ergebnisse der „low-tech“ Forschung. Dabei handelt es sich um einige wenige Studien, die sich auf das deutsche Innovationssystem beziehen (z. B. Rammer et al. 2011; Som 2012), während eine größere Zahl von Studien sich mit unterschiedlichen Fragestellungen auf die Europäische Union (EU) insgesamt richtet.^③

2. Innovationsmuster des NFI-Sektors

Folgt man der an *Schumpeter* orientierten Innovationsforschung, so werden unter Innovationen ökonomisch ausgerichtete Aktivitäten von Unternehmen verstanden, die sich auf die Entwicklung bzw. Verbesserung von Produkten und Dienstleistungen, technischen Prozessen und Organisationsformen sowie Marketingstrategien richten. Insgesamt umfasst danach der Innovationsbegriff sowohl technische als auch nicht-technische Elemente (Fagerberg 2005; Kirner et al. 2009).

2.1 Innovationsschwerpunkte

Dass Unternehmen aus dem NFI-Sektor in diesem Sinne innovativ sind, belegen die vorliegenden Forschungsergeb-

nisse sehr deutlich: Danach verfügt durchschnittlich mindestens die Hälfte innovativer Industrieunternehmen in Europa über keine internen FuE-Kapazitäten (z. B. Arundel et al. 2008). Im Vergleich zu High-tech-Unternehmen sind NFI-Unternehmen allerdings weniger innovativ. Daten des European Community Innovation Survey (CIS) zufolge waren zwischen 2002 und 2004 37 % aller NFI-Unternehmen innovativ, während dies bei mehr als 55 % der forschungsintensiven Unternehmen der Fall war (Heidenreich 2009, S. 486). Hervorgehoben wird dabei, dass sich die Innovationsaktivitäten von NFI-Firmen teilweise auf die inkrementelle Weiterentwicklung, vielfach jedoch auch auf eine darüber hinausgehende Modifikation vorhandener Technologien richten (Arundel et al. 2008, S. 8).^④

2.1.1 Große Bedeutung von Prozessinnovationen

Übereinstimmend betont die Forschung die besondere Bedeutung von Prozessinnovationen für NFI-Unternehmen (z. B. Evangelista/Mastrostefano 2006; Heidenreich 2009; Huang et al. 2010). Wie die CIS-Daten für 2004 zeigen, verfolgen technische Prozessinnovationen ca. 36 % aller innovativen NFI-Firmen, während dieser Innovationsschwerpunkt hingegen nur bei rund 17 % aller innovativen Firmen aus dem forschungsintensiven Sektor eine Rolle spielt (Heidenreich 2009, S. 486). Weiteren Untersuchungen zufolge korrespondiert demnach die Intensität der Nutzung innovativer Prozesstechnologien nicht mit dem Grad der betrieblichen FuE-Intensität. NFI-Unternehmen verfügen ganz offensichtlich über eine hohe Fähigkeit, solche Technologien für ihren Betrieb zu übernehmen. Dies gilt insbesondere für die Einführung relativ ausgereifter, etwa in forschungsintensiven Branchen schon genutzter Technologien. Hingegen wird deutlich, dass sehr fortgeschrittene und moderne Prozesstechnologien in höherem Maße von forschungsintensiven Unternehmen genutzt werden (Rammer et al. 2011, S. 132). Allerdings zeigen die Befunde auch, dass nur eine kleine Minderheit von NFI-Firmen extern entwickelte Prozesstechnologien ohne zusätzliche Anpassungsmaßnahmen übernimmt. Die große Mehrheit dieser Unternehmen führt unter Umständen weitreichende Maßnahmen durch, um die neuen Technologien an ihre jeweiligen Betriebserfordernisse anzupassen (Huang et al. 2010). Daneben entwickeln

^③ Eingeschlossen sind dabei auch Studien, die unter der maßgeblichen Beteiligung des Autors in den letzten Jahren durchgeführt worden sind (z. B. Hirsch-Kreinsen et al. 2006; Hirsch-Kreinsen 2008).

^④ Grundsätzlich ist analytisch zwischen der Ebene eines gesamten Wirtschaftszweiges und der einzelbetrieblichen Ebene zu unterscheiden. Denn NFI-Unternehmen finden sich nicht nur in NFI-Branchen, sondern auch im forschungsintensiven Wirtschaftssektor (Kirner et al. 2009). Freilich ist diese Divergenz bislang von der Forschung kaum systematisch aufgegriffen worden.

aber NFI-Betriebe auch eigenständig innovative Technologien, die sie in der Produktion einsetzen. Nach neuesten Daten handelt es sich dabei in Deutschland um ca. ein Viertel dieser Betriebe, die – ergänzend oder ausschließlich – eigene Technologieentwicklung betreiben (Deutscher Bundestag 2011, S. 75).

Oftmals eng verbunden mit technischen Prozessinnovationen sind Organisationsinnovationen wie etwa die Einführung neuer Formen der Betriebsorganisation, neue Logistikkonzepte oder auch neue Arbeitsstrukturen. Denn innovative Organisationsformen sind häufig notwendigerweise mit den technischen Innovationen der Prozesse verknüpft. Zudem können sich die Betriebe damit einen deutlichen Wettbewerbsvorteil verschaffen, da Organisationsinnovationen aufgrund ihres immateriellen Charakters und ihrer damit einhergehenden einzelbetrieblichen Besonderheit nur schwer von Konkurrenten zu imitieren sind. Schließlich sind organisatorische Innovationen oft auch Moment neuer Absatz- und Marktstrategien, die für NFI-Unternehmen von allergrößter Bedeutung sind (vgl. Abschnitt 2.1.2). Wie die vorliegenden Daten zeigen, haben Organisationsinnovationen daher für NFI-Firmen insgesamt einen hohen Stellenwert. Danach haben sich im deutschen Verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2009 61 % aller NFI-Firmen mit organisatorischen Innovationen befasst, während dies allerdings auch für fast 59 % der forschungsintensiven Unternehmen zutrifft (Som 2012, S. 285).

Dieser Schwerpunkt technisch-organisatorischer Prozessinnovation wird in der NFI-Forschung zu einem Innovationstypus gebündelt, der als „process specialisation“ bzw. „technical process specialist“ gefasst wird (Hirsch-Kreinsen 2008; Som 2012). Als Grund für die hohe Bedeutung von Prozessinnovationen gilt, dass diese relativ problemlos auch von Firmen ohne eigene FuE-Kapazitäten ausgeführt werden können, da die eigentlichen Entwicklungsaktivitäten an spezialisierte Hersteller extern vergeben werden. Die Übernahme dieser Technologien erfordert Modifikations- und Anpassungsmaßnahmen, die oftmals im laufenden Prozess unter der Federführung des Fertigungspersonals auf Werkstattebene erbracht werden können (Rammer et al. 2011, S. 84). Darüber hinaus drängt die in NFI-Branchen zumeist ausgeprägte Kostenkonkurrenz die Unternehmen, ihre Innovationsanstrengungen primär auf die Prozessabläufe zu richten, da dadurch kurzfristig Kosten gesenkt und die Effizienz gesteigert werden können. Und schließlich zielen diese Innovationsmaßnahmen aber auch auf die Steigerung der Produktqualität ab (Heidenreich 2009; Kirner et al. 2008).

2.1.2 Relevanz erweiterter Produktinnovationen

Eine ähnlich hohe Bedeutung wie Prozessinnovationen haben technische und nicht-technische Produktinnovationen für NFI-Firmen (Rammer et al. 2011). Indes zeigt der Ver-

gleich, dass Letztere für den forschungsintensiven Sektor relativ wichtiger sind. Daten des CIS zufolge konzentrieren sich darauf europaweit Mitte des letzten Jahrzehnts nur gut 18 % der innovierenden NFI-Firmen, während mehr als 30 % der forschungsintensiven Firmen Produktinnovationen durchführen (Heidenreich 2009, S. 486ff.). Für Deutschland hingegen zeigt sich für den Durchschnitt der Jahre 2002 bis 2008, dass für knapp 70 % der NFI-Unternehmen und ca. 80 % der forschenden Unternehmen Produktinnovationen in ihrer Gesamtheit von besonderer Wichtigkeit sind (Rammer et al. 2011, S. 132). In der Literatur lassen sich für diese Differenz zwischen NFI- und forschungsintensiven Zweigen nur wenige Erklärungen finden. Es wird jedoch vermutet, dass Produktinnovationen in höherem Maße als Prozessinnovationen auf der Nutzung neuer Technologien basieren (Huang et al. 2010). Dieser Umstand erfordert technologieorientierte Kompetenzen und unter Umständen spezialisierte FuE-Kapazitäten, über die NFI-Firmen eben nicht oder kaum verfügen.

Dies belegen differenzierte Forschungsergebnisse (Hirsch-Kreinsen 2008; Som 2012): Zum einen finden sich im NFI-Bereich häufig Innovationsaktivitäten, die sich auf eine kontinuierliche Weiterentwicklung der gegebenen Produkte beschränken. Vielfach werden nur einzelne Produktkomponenten schrittweise in Hinblick auf ihr Material, ihre Funktionen und ihre Qualität verbessert. Daher wird in diesen Fällen auch von einem Innovationstypus gesprochen, der als „step-by-step product development“ (Hirsch-Kreinsen 2008) bzw. als „low-innovative manufacturer“ charakterisiert wird (Som 2012). Es lassen sich aber auch Produktinnovationen identifizieren, die unter Umständen ein weitreichendes Neudesign der Produkte verbunden mit einem funktionalen und technologischen Upgrading umfassen. Diese Maßnahmen stehen oftmals in engem Zusammenhang mit den schon erwähnten organisatorischen und marktorientierten Prozessinnovationen. Denn NFI-Firmen zielen mit diesen Innovationen auf eine schnelle Reaktion auf sich wandelnde Kundenpräferenzen und sie versuchen, neue Absatzsegmente etwa durch spezifische Branding-Maßnahmen und zusätzliche Serviceaktivitäten zu schaffen.

Fragt man genauer nach der Relevanz von Serviceinnovationen, so zeigen die vorliegenden Daten zunächst, dass im Jahr 2009 im deutschen Verarbeitenden Gewerbe nur eine begrenzte Zahl von NFI-Firmen direkt produktbezogene Serviceaktivitäten eingeführt hat (12 % aller Firmen). Zurückgeführt wird dieser Befund darauf, dass die häufig einfachen Produkte nur wenig Ansatzpunkte für ergänzende Serviceaktivitäten bieten; für forschende Unternehmen mit ihren zumeist komplexeren Produkten zeigen die Daten daher höhere Anteile von aktiven Firmen (Som 2012, S. 275f.). Bezogen auf weitergehende und eigenständige Serviceinnovationen lässt sich allerdings festhalten, dass diesen im Jahr 2009 von NFI-Firmen eine im Vergleich zu forschungsintensiven Unternehmen höhere Bedeutung zugemessen wird. Ganz offensichtlich wollen NFI-Unternehmen damit ihr Produktportfolio erweitern (Rammer ►

et al. 2011, S. 132), und es wird betont, dass viele NFI-Firmen Serviceinnovationen als zunehmend wichtiges Innovationspotenzial ansehen (Kirner et al. 2008; Improve 2011). In der Literatur wird daher auf die wachsende Bedeutung eines NFI-Innovationstypus verwiesen, dessen zentrales Merkmal eine „customer-oriented strategy“ sei bzw. dieser Typus wird als „occasional business-to-customer product developer“ charakterisiert (Hirsch-Kreinsen 2008; Som 2012).

2.2 Wissensbasis

Übereinstimmend betont die Innovationsforschung die Relevanz des für die Firmen jeweils verfügbaren Wissens für den Verlauf und den Erfolg von Innovationen. Einerseits geht es um zentrale Ressourcen, auf die Firmen für Innovationen zurückgreifen müssen. Andererseits handelt es sich dabei zugleich um Quellen von Informationen, von denen zentrale Anstöße für Innovationen ausgehen. Die einschlägige Forschung unterscheidet hierbei zwischen der firmeninternen und firmenexternen Wissensbasis und entsprechenden Informationsquellen (Nouman et al. 2011).

2.2.1 Praktisches firmeninternes Wissen

Wie quantitative Analysen über NFI-Innovationen zeigen, kommt der firmeninternen Wissensbasis und den damit verbundenen Informationsquellen eine vergleichsweise hohe Bedeutung für einen erfolgreichen Innovationsprozess zu. Nach einer Analyse der CIS-Daten für 20 EU-Länder wird diese interne Informationsquelle von mehr als 40 % aller innovierenden NFI-Unternehmen als wichtig für Innovationen angegeben. Aufgrund der verfügbaren internen FuE-Kapazitäten ist die Bedeutung interner Informationsquellen mit fast 55 % aller innovierenden Unternehmen freilich in forschungsintensiven Unternehmen deutlich höher (Heidenreich 2009, S. 488). Eine Bestätigung finden diese Forschungsergebnisse auf der Basis von Analysen neuerer Daten für die EU (Arundel et al. 2008; Huang et al. 2010) wie auch für Deutschland (Rammer et al. 2011, S. 135; Som 2012, S. 292).

Hinzu kommt, dass wegen fehlender interner FuE-Kapazitäten formalisierte Prozesse der Wissensgenese für NFI-Firmen nur eine nachgeordnete Rolle spielen (vgl. Abschnitt 2.3). Stattdessen verlaufen die Innovationsaktivitäten in der eines „practical and pragmatic ways by doing and using“ (Tunzelmann/Acha 2005, S. 417). Anders formuliert: Das relevante firmeninterne Wissen kann als anwendungsorientiertes praktisches Wissen charakterisiert werden, das im laufenden Produktionsprozess generiert wird (Arundel et al. 2008; Hirsch-Kreinsen 2008; auch Deutscher Bundestag 2011, S. 66). Dieser Begriff bezeichnet ein komplexes Bündel verschiedener Wissens Elemente, das sowohl explizite, kodifizierte und formalisierte Elemente wie etwa Konstruktionszeichnungen und Pflichtenhefte für neue Produkte als vor allem auch implizite Elemente wie angesammelte

Erfahrungen und eingespielte und bewährte Routinen bei der Lösung technischer Probleme umfasst. Als Beispiel hierfür seien Prozessinnovationen angeführt (Rammer et al. 2011): Auf der einen Seite nutzen die NFI-Firmen ingenieurwissenschaftliches Wissen, das in die produktionstechnischen Anlagen und ihre Bedienungsanleitungen inkorporiert ist. Auf der anderen Seite sind, wie gezeigt, informelle Spezifikationen und Anpassungsmaßnahmen an diesen Technologien im laufenden Alltagsprozess an der Tagesordnung. Unverzichtbare Voraussetzung hierfür ist das Erfahrungswissen des Produktionspersonals, d. h. des Managements und der Produktionsbelegschaft selbst, über die spezifischen Erfordernisse des Produktionsablaufs in ihrem Betrieb (z. B. Ghosal/Nair-Reichert 2009).

2.2.2 Unverzichtbares externes Wissen

In der Literatur wird der firmenexternen Wissensbasis allerdings eine wichtigere Rolle für die Innovationsfähigkeit der NFI-Unternehmen zugeschrieben. Als Hauptgrund gilt hierbei, dass diese Firmen allein durch die Adaption extern generierten Wissens ihre fehlenden FuE-Ressourcen kompensieren können (Bender/Laestadius 2005). Wie quantitative Daten aus unterschiedlichen Quellen belegen (Grimpe/Sofka 2009; Heidenreich 2009; Rammer et al. 2011) spielen hierbei Markt- und Absatzinformationen von Kunden und Wettbewerbern über die Notwendigkeit von Innovationen die wichtigste Rolle für NFI-Unternehmen. So wird auf der Basis der CIS-Daten für 20 EU-Länder gezeigt, dass diese Informationsquellen von mehr als 35 % aller innovierenden NFI-Firmen als sehr wichtig angesehen werden (Heidenreich 2009, S. 489).⁶ Wie detailliertere Untersuchungen zeigen, kommt dabei dem Input von Kunden insbesondere für Produktinnovationen eine große Bedeutung zu. Voraussetzung dafür sind in vielen Fällen funktionierende Kooperationsbeziehungen zwischen innovierenden Firmen und Kunden; daher sind im Jahr 2009 mehr als 60 % deutscher NFI-Unternehmen an Innovationskooperationen mit Kunden beteiligt (Som 2012, S. 288). Allerdings unterscheiden sich NFI-Unternehmen in Hinblick auf die Bedeutung von Markt- und Absatzinformationen und Kooperationsbeziehungen mit Kunden kaum von forschenden Unternehmen, für deren Innovationen Kunden und Wettbewerber eine ähnliche Rolle spielen (Heidenreich 2009; Som 2012). Insgesamt verweist die Forschung daher auf die hohe Bedeutung einer marktorientierten Auslegung von Prozessen und eines kundenorientierten Designs von Produkten; diese Strategie wird auch als „pivotal-solving acti-

⁶ Dabei handelt es sich sowohl um Kunden für Endprodukte als auch für Zwischenprodukte, je nach der Stellung der NFI-Firmen in der industriellen Wertschöpfungskette. Wie die Daten für Deutschland zeigen, sind NFI-Firmen ungefähr zu gleichen Anteilen Zulieferer und Endproduzenten (Kirner et al. 2009).

vity“ hervorgehoben (Arundel et al. 2008, S. 4).

Im Vergleich zu forschenden Unternehmen sind allerdings auch Informationen und Wissen von Lieferanten neuer Technologien für NFI-Unternehmen überaus wichtig. Diese Situation ergibt sich notwendigerweise aus der großen Bedeutung von Prozessinnovationen. Knapp 25 % aller NFI-Firmen aus der EU 20 bezeichnen diese Wissensquelle als unverzichtbar, wohingegen diese Aussage nur für 18 % der forschenden Unternehmen gilt (Heidenreich 2009, S. 489); ähnliche Relationen zeigen Daten für deutsche Unternehmen (Som 2012, S. 292). Insofern erweisen sich Kooperationsbeziehungen mit Lieferanten als weitere zentrale Voraussetzung für die Innovationsfähigkeit dieser Firmen. So kooperieren bei der Einführung fortgeschrittener Fertigungstechnologien im Jahr 2009 in Deutschland mehr als zwei Drittel der NFI-Firmen mit Lieferanten (ebd., S. 288).

Wissenschaftlich generiertes, kodifiziertes Wissen spielt hingegen nur eine begrenzte Rolle für die Innovationsfähigkeit von NFI-Firmen. Lieferanten dieses Wissens sind beispielsweise Organisationen wie Forschungseinrichtungen, Beratungsunternehmen, aber auch Messen können als Informationsquellen eine Rolle spielen. So zeigen die Studien, dass forschungsintensive Firmen weit intensiver als NFI-Firmen wissenschaftliche Einrichtungen wie etwa Universitäten und Forschungsinstitute als Impulsgeber für Innovationen nutzen. Den europäischen Daten zufolge bezeichnen gut 6 % aller forschungsintensiven Firmen gegenüber nur 3 % aller NFI-Firmen den Wissenschaftsbereich als wichtige Informationsquelle (Heidenreich 2009, S. 489); ähnliche Relationen belegen Daten aus der deutschen Industrie (Rammer et al. 2011, S. 135; Som 2012, S. 292). Kooperationsbeziehungen von NFI-Firmen mit externen wissenschaftlichen Einrichtungen sind daher im NFI-Sektor signifikant seltener als im Bereich forschungsintensiver Unternehmen (ebd., S. 288).

2.3 Wenig formalisierte Organisation und Kooperation

Entscheidend für die Innovationsfähigkeit der NFI-Unternehmen ist allerdings, in welcher Weise sie das intern und extern verfügbare Wissen nutzen, d. h. wie sie den Innovationsprozess organisieren. Konkret verweist die Innovationsforschung dabei auf die Bedeutung von Routinen, Praktiken und Strukturen der Unternehmensorganisation und die damit verbundenen Qualifikations- und Personalstrukturen sowie die vorherrschenden Kommunikations- und Kooperationsformen mit externen Innovationspartnern (z. B. Fagerberg 2005).

2.3.1 KMU-geprägte Praktiken

Wie die Forschungsergebnisse zeigen, sind die hier angesprochenen Innovationsverläufe sehr stark von den typischen Strukturen kleinerer und mittlerer Unternehmen (KMU) geprägt. Denn NFI-Unternehmen sind überwiegend

KMU. Dies gilt für die EU insgesamt, wie aber auch für die deutsche Situation: 2009 sind mehr als 60 % aller NFI-Unternehmen KMU mit weniger als 250 Beschäftigten (Som 2012, S. 231). Damit verbinden sich bekanntlich Strukturen, die von generell begrenzten Ressourcen und Fähigkeiten für strategisches Handeln charakterisiert sind. Ebenso haben in diesen Strukturen die nur wenig formalisierten Innovationsverläufe ihre Ursache. So wird berichtet, dass innovative NFI-Firmen wesentlich seltener systematische Methoden des Innovationsmanagements anwenden als forschungsintensive Unternehmen. Dies gilt etwa für die Nutzung von innovationsorientierten Anreizsystemen, die Integration von innovationsbezogenen Erfolgsgrößen in Zielvereinbarungen, gezielte Qualifizierungsmaßnahmen und für die Existenz innovationsförderlicher Formen der Arbeitsorganisation wie Innovationszirkel, Gruppenarbeit oder temporäre Projektteams (Rammer et al. 2011; Som 2012). Dieser Befund ist auch deshalb nicht überraschend, da NFI-Unternehmen einen überdurchschnittlich hohen Anteil von an- und ungelerten Arbeitskräften und nur geringe Anteile von qualifizierten Beschäftigten aufweisen (z. B. Abel et al. 2009).

2.3.2 Informelle Kooperationen

Wie schon angesprochen, impliziert die Relevanz unternehmensexterner Wissens- und Informationsquellen die große Bedeutung von Kooperationen der NFI-Firmen mit externen Partnern. In der Literatur wird daher betont, dass für NFI-Firmen das Prinzip „connect and develop“ weit wichtiger sei als das in forschungsintensiven Industrien vielfach vorherrschende Prinzip „research and develop“ (Huston/Sakkab 2006). So zeigen Daten aus der deutschen Industrie für den Zeitraum von 2006 bis 2008, dass bei Produktinnovationen 15 % aller NFI-Firmen und nur 5 % aller forschenden Firmen extern entwickelte Innovationen übernommen haben, während die entsprechenden Daten für Prozessinnovationen für NFI 27 % und für forschungsintensive Unternehmen weniger als 10 % betragen (Rammer et al. 2011, S. 136). Folgt man den genannten Daten weiterhin, so wird dabei eine vergleichsweise große Bedeutung von Kooperationsbeziehungen für NFI-Firmen erkennbar: Fast 30 % aller NFI-Firmen arbeiten bei Produktinnovationen mit anderen Akteuren, insbesondere Kunden, zusammen, während lediglich etwa 15 % dieser Firmen schon entwickelte Technologien ohne weitere Modifikationen übernehmen (vgl. Abschnitt 2.2.2 und 2.1.1); bei Prozessinnovationen dominieren, wie gezeigt, die Kooperationsbeziehungen mit Lieferanten (ebd.).

Dabei findet sich allerdings, dass NFI-Firmen im Vergleich zu denen forschender Unternehmen relativ seltener formale und vertraglich geregelte Kooperationsbeziehungen mit externen Partnern eingehen (z. B. Santamaria et al. 2009). So belegen Daten aus der deutschen Industrie, dass nur rund die Hälfte der Kooperationsbeziehungen dieser Firmen mit anderen Partnern eine vertragliche Basis ►

aufweist. Umgekehrt heißt das, dass Innovationskooperationen im NFI-Bereich in hohem Maße einen informellen Charakter haben und auf personellen Beziehungen basieren (Rammer et al. 2011; Som 2012). Dies zeigen besonders Daten aus der deutschen Ernährungsindustrie, wonach hier informelle Beziehungen eine sehr verbreitete Kooperationsform sind (Menrad 2004, S. 868). Diese Befunde sind durchaus plausibel: Zum einen sind informelle Kooperationspraktiken vielfach die Voraussetzung dafür, dass die NFI-Firmen die oftmals schlecht artikulierten und uneindeutigen Informationen vor allem von Kunden perzipieren können; dies erfordert vielfach offene, personell getragene Kommunikationsflüsse (Grimpe/Sofka 2009, S. 502). Zweitens sind hierfür die spezifischen KMU-Strukturen maßgeblich. Denn diese Betriebe sind bekanntlich bis heute zurückhaltend gegenüber formalen Kooperationen und nutzen eher informelle personenzentrierte Beziehungen. Als dritter Grund ist hierfür das niedrige Qualifikationsniveau der NFI-Firmen anzusehen, das offizielle und formale Kooperationen mit externen Partnern eher hemmt als fördert. Denn umgekehrt zeigen die Befunde, dass Firmen mit deutlich qualifizierterem Personal oder gar eigenen FuE-Abteilungen häufiger formal mit externen Partnern kooperieren (ebd.).

3. „Hybride“ Innovationen als mögliche Entwicklungsperspektive

Die Forschungsergebnisse zusammenfassend lässt sich die eingangs formulierte These von der wachsenden Bedeutung eines „hybriden“ Innovationsmusters für NFI-Unternehmen präzisieren. Konzeptionell (z. B. McKelvey 2001a, 2001b; Elsner 2004; Harhoff/Mayrhofer 2008) wird mit dieser Kategorie eine zunehmende Heterogenität betrieblicher Innovationsstrategien in mehrfacher Hinsicht bezeichnet: Erstens geht es um eine wachsende Breite der Innovationsaktivitäten, z. B. eine synchrone Bearbeitung verschiedener Innovationsschwerpunkte durch einzelne innovative Betriebe. Zweitens erfordert dies die gleichzeitige Nutzung verschiedenster Wissensbestände und Technologien. Zum Dritten impliziert dies in der Regel eine zunehmende Öffnung der Innovationsprozesse hin zu neuen Akteuren, insbesondere werden hier Kunden und Anwender hervorgehoben. Zum Vierten werden daher neue Formen der Koordination und Abstimmung zwischen den beteiligten Akteuren notwendig, die als ein „Hybrid“ von Netzwerksteuerung und der gleichzeitigen hierarchischen Kontrolle durch einen dominanten Akteur bezeichnet werden. Anders formuliert: Innovationen werden im Kontext eines Innovationsmodus generiert, der eine Kombination hierarchischer Kontrolle des innovierenden Unternehmens einerseits und einer relativ locker strukturierten „community“ externer Akteure, häufig Anwender, andererseits darstellt und insge-

samt einen sehr heterogenen Charakter aufweist (Harhoff/Mayrhofer 2008, S. 22). Obgleich dieser Modus am Beispiel von Softwareinnovationen entwickelt wurde, wird betont, dass er tendenziell in sehr vielen Wirtschaftszweigen anzutreffen sei (McKelvey 2001b, S. 34).⁶

In erster Näherung lassen sich mit diesem Begriff auch die erkennbaren Trends von NFI-Innovationen verknüpfen: Zum einen sind damit jene breit aufgestellten Innovationen angesprochen, die verschiedene einzelne Innovationschwerpunkte miteinander kombinieren, dabei gleichermaßen technische und nicht-technische Komponenten umfassen und von einem ausgeprägten Bezug auf externe Wissensquellen und Akteure geprägt sind. Denn die skizzierten Forschungsergebnisse zeigen, dass NFI-Innovationen vielfach mehr sind als inkrementelle Innovationen und sich nicht nur auf einen Innovationsschwerpunkt wie Prozesse oder Produkte konzentrieren (Tunzelmann/Acha 2005). So haben gemäß vorliegender Daten in den Jahren 2006 bis 2008 bis zu 40 % innovativer Unternehmen aus dem deutschen Verarbeitenden Gewerbe solche auch als „komplex“ bezeichneten Innovationsaktivitäten durchgeführt (Rammer et al. 2011, S. 85f.). Zudem wird deutlich, dass NFI-Firmen vermehrt designorientierte Produktinnovationen mit der Verbesserung ihrer Prozesse in technischer und organisatorischer Hinsicht kombinieren und zugleich damit die Einführung neuer Geschäftsmodelle verbinden, die sich gezielt auf bestimmte Marktsegmente und Kundengruppen beziehen. Insbesondere ist an dieser Stelle die erwähnte schnell wachsende Serviceorientierung vieler Unternehmen zu nennen (Improve 2011).

Zum Zweiten impliziert diese Ausweitung der Innovationsschwerpunkte, dass NFI-Firmen zunehmend eine Vielfalt verfügbarer externer Wissensressourcen und damit verbundener Akteure für ihre Aktivitäten zu nutzen suchen. Sie umfasst verschiedene Wissensformen und Akteure, die weitgehend unabhängig voneinander in unterschiedlichen Wirtschaftszweigen und Technologiefeldern agieren. Die NFI-Forschung betont, dass es sich dabei um die Hauptquelle der Wissensgenese für NFI-Firmen handelt (z. B. Robertson/Patel 2007; Santamaria et al. 2009). Angesprochen werden damit Prozesse des Wissens- und Technologietransfers zwischen NFI und High-tech-Bereichen, denen eine schnell wachsende Bedeutung für die Innovationsfähigkeit von NFI-Firmen zugeschrieben wird (z. B. Mendonça 2009). Zugleich geht es hier aber auch um die steigende Bedeutung des beschriebenen engen Kunden- und Anwenderbezugs, der als ein zentrales Merkmal hybrider Innovationen angesehen wird (Harhoff/Mayrhofer 2008).

⁶ Dieses Modell der „hybriden“ Innovationen weist durchaus ähnliche Merkmale wie das viel diskutierte Konzept der „Open Innovation“ auf. Jedoch wird auf dieses Konzept nicht zurückgegriffen, da damit ein paradigmatischer Wandel von Innovationsprozessen angesprochen wird, um den es hier nicht geht.

Konsequenz dieser Entwicklung ist zum Dritten, dass NFI-Unternehmen in der Lage sind, für sie wichtiges externes Wissen systematisch zu identifizieren, es mit dem jeweils verfügbaren internen Wissen zu verschmelzen und das insgesamt neu gewonnene Wissen für Innovationen zu nutzen. Wie beschrieben, sind es betriebsinterne Akteure, die für diese Prozesse entscheidend sind: ein kleiner Kreis von Managementvertretern, Produktions- und Marketingexperten, verschiedentlich aber auch qualifizierte Werkstattbeschäftigte. In der NFI-Forschung wird diese Fähigkeit der Firmen als „Transformative Capability“ gefasst und es wird darauf verwiesen, dass es sich dabei um die Schlüsselkompetenz von NFI-Firmen handele (Bender/Laestadius 2005).⁷ Diese Fähigkeit ist die Voraussetzung dafür, dass NFI-Betriebe die skizzierten Kooperationsbeziehungen mit ihrem oftmals nur informellen und offenen Charakter etablieren und für Innovationen fruchtbar machen können. Diese Kooperationen weisen durchaus Community-ähnlichen Charakter auf, die als ein zentrales Merkmal eines hybriden Innovationsmodus angesehen werden. Zusammenfassend lässt sich daher annehmen, dass dieses Innovationsmodell als eine der wesentlichen Erfolgsbedingungen innovativer NFI-Unternehmen anzusehen ist.⁸

Darüber hinaus kann vermutet werden, dass der hybride Innovationsmodus Transformationspotenziale der tradierten NFI-Technologiepfade eröffnet und damit neue Wachstumfelder generiert. Denn neue Geschäftsmodelle sowie der Einbezug neuer Wissensquellen und neuer Akteure in die Innovationsprozesse eröffnen nicht nur für einzelne Unternehmen die Chance, die bisherigen Strukturen zu transformieren, sondern sie leisten damit auch einen Beitrag zur Genese neuer überbetrieblicher Technologiepfade. Die neuere NFI-Forschung demonstriert dies zum einen instruktiv am Beispiel der Genese des Feldes der Mechatronics, in dem traditionelle mechanische Technologien mit neuen IT-Technologien verschmolzen werden. Die Forschung spricht hier von Prozessen der „Technologiefusion“, die sehr weit verbreitet seien und bei denen NFI-Betriebe und ihre Innovationsfähigkeit als initiiertender Akteur eine wichtige Rolle spielen (Freddi 2008). Zum Zweiten zeigen neuere Forschungsergebnisse über wissensbasierte Firmengründungen und Innovationsstrategien im NFI-Sektor, dass für solche Unternehmen vielfältige Möglichkeiten für nachhaltige Innovationsstrategien, die Erschließung neuer Marktsegmente und die Stimulierung neuer Kundenpräferenzen existieren. Eine erste Erfolgsbedingung ist hier die gezielte Nutzung neuer Hightech-basierter Wissensbestände und ihre Kombination mit den verfügbaren firmen- und sektorspezifischen Wissensselementen. Eine zweite Erfolgsbedingung ist dabei die Identifikation neuer Marktsegmente und Kundenpräferenzen und die Entwicklung entsprechender neuer Absatzstrategien.⁹

4. Konsequenzen für die Innovationspolitik

Im Lichte der skizzierten Forschungsergebnisse soll zum wiederholtem Male die Frage aufgegriffen werden (so z. B. schon Jacobson/Heanue 2005), ob es gerechtfertigt ist, NFI-Unternehmen wie bisher innovationspolitisch weitgehend zu vernachlässigen und ausschließlich auf forschungsintensive Wirtschaftszweige zu setzen. Denn NFI-Unternehmen weisen ganz im Gegensatz zur gängigen wissenschaftlichen und öffentlichen Meinung zukunftsweisende Wachstums- und Innovationspotenziale auf. Deren Einbezug in politische Maßnahmen könnte neue Wachstumfelder erschließen und damit absehbare Entwicklungsbarrieren forschungsintensiver Wirtschaftszweige kompensieren.¹⁰

Folgt man den vorliegenden Forschungsergebnissen, insbesondere dem Modell der hybriden Innovation, so müsste eine Berücksichtigung von NFI-Wirtschaftszweigen und Unternehmen durch innovationspolitische Maßnahmen sowohl auf der Ebene einzelner Unternehmen als auch auf der Ebene ihrer Verflechtung mit weiteren Wirtschaftszweigen und insbesondere auch Märkten ansetzen (vgl. hierzu auch Rammer et al. 2011, S. 176ff.; Deutscher Bundestag 2011, S. 94ff.):

(1) Auf Unternehmensebene sollte es um die Förderung und Weiterentwicklung der spezifischen Fähigkeiten gehen, die oben als „Transformative Capabilities“ gekennzeichnet wurden und die sie in die Lage versetzen, wichtiges externes Wissen zu identifizieren, es mit dem verfügbaren internen Wissen zu verschmelzen und das damit neu gewonnene Wissen für Innovationen zu nutzen. Beispielsweise kann dies durch eine Erhöhung des Kompetenzniveaus in den überwiegend kleinen und mittleren Betrieben, die Einführung neuer Managementmethoden und innovations-

⁷ Dies mit Bezug auf das generelle und prominente Konzept der „Absorptive Capacity“ (Cohen/Levinthal 1990).

⁸ Zu betonen ist, dass es sich dabei zunächst um eine Hypothese handelt, die auf relativ disparaten Forschungsergebnissen basiert. Zu ihrer Verifizierung wären nun gezielte Untersuchungen erforderlich.

⁹ Vgl. hierzu die explorativen Forschungsergebnisse aus einem EU-geförderten Forschungsprojekt zum Thema „Knowledge-intensive Entrepreneurship“ (Hirsch-Kreinsen/Schwinge 2012).

¹⁰ Im Widerspruch zu ihrem Fokus auf FuE-Intensität und Spitzentechnologie betont jüngst sogar die Expertenkommission Forschung und Innovation der Bundesregierung, dass aufgrund der intensiven internationalen Konkurrenz mit zunehmenden Wachstumsproblemen in Bereichen forschungsintensiver Wirtschaftszweige zu rechnen sei (EFI 2012, S. 24).

förderlicher Arbeitsformen sowie durchaus auch durch die Einführung von begrenzten firmeninternen FuE-Kompetenzen erreicht werden.

(2) Auf der Ebene der Verflechtung mit weiteren Wirtschaftsbereichen muss es um die Erleichterung und Beschleunigung von Transfer- und Diffusionsprozessen neuen Wissens gehen. Eine zentrale Voraussetzung hierfür ist die Förderung von Kooperationsbeziehungen der verschiedensten Art sowohl mit der Seite forschungsintensiver Wissens- und Technologielieferanten als insbesondere auch mit der zunehmend wichtigeren Nachfrageseite. Ein wirkungsvoller konkreter Ansatz hierfür wäre beispielsweise eine gezielte Erweiterung des Instruments der vorwettbewerblichen Verbundforschung, in deren Kontext NFI-Betriebe mit forschungsintensiven und weiteren externen Akteuren Entwicklungsvorhaben vorantreiben können und zugleich dabei ihre Netzwerkfähigkeiten steigern könnten.

Mit anderen Worten: Innovationspolitik sollte darauf gerichtet sein, eine ständige Erweiterung der Innovationsfähigkeit von NFI-Betrieben zu unterstützen, wobei insbesondere die komplementären Beziehungen zwischen den verschiedenen Wirtschaftsbereichen berücksichtigt werden müssten. Dies gelingt allerdings nur, wenn Innovationspolitik sich aus ihrer Engführung auf Wirtschaftszweige mit hoher FuE-Intensität und auf Spitzentechnologien als zentrale Innovationstreiber löst, ihr Verständnis von Innovationen deutlich erweitert und damit auch die bislang „hidden innovators“ systematischer als bisher in den Blick nimmt. ■

LITERATUR

- Abel, J./Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P.** (2009): Made simple in Germany? Entwicklungsverläufe industrieller Einfacharbeit, in: WSI Mitteilungen 62 (11), S. 579–585, http://www.boeckler.de/wsimit_2009_11_abel.pdf
- Arundel, A./Bordoy, C./Kanerva, M.** (2008): Neglected innovators: How do innovative firms that do not perform R&D innovate? Results of an analysis of the Innobarometer 2007 Survey No. 215, INNO-Metrics Thematic Paper, March 31
- Barge-Gil, A./Nieto, M. J./Santamaria, L.** (2011): Hidden innovators: The role of non-R&D activities, in: Technology Analysis and Strategic Management 23 (4), S. 415–432
- Bender, G./Laestadius, S.** (2005): Non-science based innovativeness: on capabilities relevant to generate profitable novelty, in: Bender, G./Jacobson, D./Robertson, P. L. (Hrsg.): Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy, published in Perspectives on Economic Political and Social Integration, Special Edition XI, No 1–2, S. 123–170
- Cohen, W. M./Levinthal, A.** (1990): Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, in: Administrative Science Quarterly 35 (1), S. 128–152
- Deutscher Bundestag** (2011): Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungsintensiver Industrien in Deutschland – Auswirkungen auf Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung: BT-Drucksache 17/4983, Berlin
- Elsner, W.** (2004): The „new“ economy: complexity, coordination and a hybrid governance approach, in: International Journal of Social Economics 31 (11/12), S. 1029–1049
- European Community Innovation Survey (CIS)** (2004): Innovation in Europe. Results for the EU, Iceland and Norway, Data 1998–2001, Luxembourg
- Evangelista, R./Mastrostefano, V.** (2006): Firm size, sectors and countries as sources of variety in innovation, in: Economics of Innovation and New Technology 15 (3), S. 247–270
- Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)** (Hrsg.) (2012): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit 2012, Berlin
- Fagerberg, J.** (2005): Innovation: A Guide to the Literature, in: Fagerberg, J./Mowery, D./Nelson, R. R. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Innovation, Oxford, S. 1–27
- Freddi, D.** (2008): Technology Fusion and organizational structures in low- and medium-tech companies, in: Hirsch-Kreinsen, H./Jacobson, D. (Hrsg.): Innovation in Low-Tech Firms and Industries, Cheltenham, S. 140–159
- Ghosal, V./Nair-Reichert, U.** (2009): Investments in Modernization, Innovation and Gains in Productivity: Evidence from Firms in the Global Paper Industry, in: Research Policy 39 (3), S. 536–547
- Grimpe, C./Sofka, W.** (2009): Search Patterns and Absorptive Capacity: Low- and High-Technology Sectors in European Countries, in: Research Policy 38 (3), S. 495–506
- Harhoff, D./Mayrhofer, P.** (2008): User Communities and Hybrid Innovation Processes – Theoretical Foundations and Implications for Policy and Research, <http://www.dime-eu.org/files/active/0/Harhoff-Mayrhofer.pdf> (letzter Zugriff: 9. Juli 2012)
- Heidenreich, M.** (2009): Innovation in European Low- and Medium-Technology Industries, in: Research Policy 38 (3), S. 483–494
- Hirsch-Kreinsen, H.** (2008): ‘Low-tech’ Innovations, in: Industry & Innovation 15 (1), S. 19–43
- Hirsch-Kreinsen, H./Jacobson, D./Robertson, P. L.** (2006): ‘Low-tech’ industries: Innovativeness and Development Perspectives – A Summary of a European Research Project, in: Prometheus 24 (1), S. 3–21
- Hirsch-Kreinsen, H./Schwinge, I.** (2012): Knowledge-intensive entrepreneurship and innovativeness in traditional industries, EU-AEGIS-Project Deliverable 1.3.1 (im Erscheinen)
- Huang, C./Arundel, A./Hollanders, H.** (2010): How firms innovate: R&D, non-R&D, and technology adaptation, The UNU-Merit Working papers series (2010–027), Maastricht
- Hübner, K.** (2011): Regimewechsel – Nach dem Finanzmarktkapitalismus, in: WSI-Mitteilungen 64 (12), S. 640–649, http://www.boeckler.de/wsimit_2011_12_Huebner.pdf
- Huston, L./Sakkab, N.** (2006): Connect and Develop, in: Harvard Business Review 84 (3), S. 58–66
- Improve** (2011): Gaining Competitiveness with Innovations beyond Technology and Products: Insights from IMP³rove, Improve II Study, https://www.improve-innovation.eu/wp-content/uploads/2011/07/Study_II_IMP%C2%BB3rove_July2011.pdf (letzter Zugriff: 8 August 2011)
- Jacobson, D./Heanue, K.** (2005): Policy conclusions and recommendations, in: Bender, G./Jacobson, D./Robertson, P. (Hrsg.): Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy, published in Perspectives on Economic Political and Social Integration, Special Edition, XI, No 1–2, S. 359–416
- Kirner, E./Lay, G./Kinkel, S.** (2008): The relevance of services for high-, medium- and low-tech firms – an empirical analysis in German industry, in: Hirsch-Kreinsen, H./Jacobson, D. (Hrsg.): Innovation in Low-Tech Firms and Industries, Cheltenham, S. 175–193
- Kirner, E./Som, O./Jäger, A.** (2009): Vernetzungsmuster und Innovationsverhalten von nicht forschungsintensiven Betrieben, Stuttgart
- Legler, H./Frietsch, R.** (2007): Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen, Studien zum deutschen Innovationssystem (22–2007), Hannover/Karlsruhe
- McKelvey, M.** (2001a): The Economic Dynamics of Software: Three Competing Business Models Exemplified through Microsoft, Netscape and Linux, in: Economics of Innovation and New Technology 10 (2–3), S. 199–236
- McKelvey, M.** (2001b): Competing through Innovation in a Dynamic Selection Environment, Paper presented at the DRIUD 2001 Conference, Aalborg, June
- Mendonça, S.** (2009): Brave old world: Accounting for ‘high-tech’ knowledge in ‘low-tech’ industries, in: Research Policy 38 (3), S. 470–482
- Menrad, K.** (2004): Innovations in the food industry in Germany, in: Research Policy 33 (6/7), S. 845–878
- Nouman, M./Warren, L./Thomas, S. R.** (2011): Researching the ‘forgotten sector’: Low and Medium Tech (LMT) innovation – Present light on future trends, Proceedings of the 1st International Technology Management Conference, ITMC, S. 103–113
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)** (2005): Oslo Manual. Proposed guidelines for collecting and interpreting innovation data, 3rd Edition, Paris
- Rammer, C./Kinkel, S./Kirner, E./Köhler, C./Murmman, M./Pesau, A./Schubert, T./Schwiebacher/Som, O.** (2011): Innovationen ohne Forschung und Entwicklung, Studien zum deutschen Innovationssystem (15–2011), Mannheim und Karlsruhe
- Robertson, P. L./Patel, P.** (2007): New wine in old bottles: Technological diffusion in developed economies, in: Research Policy 36 (5), S. 708–721

- Robertson, P. L./Smith, K./von Tunzelmann, N.** (Hrsg.) (2009): Innovation in low- and medium-technology industries, in: *Research Policy* 38 (3), S. 441–570
- Santamaria, L./Nieto, M. J./Barge-Gil, A.** (2009): Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low- and medium-technology industries, in: *Research Policy* 38 (3), S. 507–517
- Som, O.** (2012): Innovation Patterns of non-R&D-performing firms in the German manufacturing industry, Wiesbaden
- Tunzelmann von, N./Acha, V.** (2005): Innovation in 'Low-Tech' Industries, in: Fagerberg, J./Mowery, D./Nelson, R. R. (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, S. 407–432

AUTOR

HARTMUT HIRSCH-KREINSEN, Prof. Dr., Dipl.-Wirtsch.-Ing., lehrt Wirtschafts- und Industriesoziologie an der Technischen Universität (TU) Dortmund. Arbeitsschwerpunkte: Entwicklungstendenzen von Arbeit, Unternehmensnetzwerke sowie Innovationsprozesse und Technologieentwicklung.

@ hartmut.hirsch-kreinsen@tu-dortmund.de
