

A. Kolludierende Algorithmen

Immer häufiger sind Algorithmen auf digitalen Märkten an der Entscheidungsfindung, Angebotsauswahl oder Preissetzung beteiligt und unterstützen die Marktteilnehmer im Wettbewerb. Sowohl auf Seiten des Angebots, als auch auf Seiten der Nachfrage können Algorithmen zum Einsatz kommen und dabei helfen, marktrelevante Daten zu verarbeiten, um die eigene Marktposition zu stärken. Im Folgenden werden der Einsatz algorithmischer Systeme auf Märkten beleuchtet und mögliche Gefahren für den Wettbewerb aufgezeigt. Dabei werden zunächst Algorithmen im Allgemeinen definiert und verschiedene Arten von Algorithmen kategorisiert (I.). Des Weiteren werden ein kurzer Überblick über marktbezogene Einsatzmöglichkeiten von Algorithmen gegeben (II.) und Preisalgorithmen, die von Unternehmen zur Unterstützung bei der Preisentscheidung eingesetzt werden, beleuchtet (III.). Abschließend werden Szenarien aufgezeigt, in denen Preisalgorithmen den Wettbewerb auf Märkten beeinträchtigen könnten (IV.).

I. Algorithmen im Allgemeinen

1. Begriffsbestimmung

Der Begriff Algorithmus leitet sich vom Namen des im neunten Jahrhundert lebenden arabischen Mathematikers Al-Chwarizmi (lat. *Algorismi*) ab, der als Verfasser des Lehrbuchs „Über das Rechnen mit indischen Ziffern“ die Zahl Null in das arabische Zahlensystem einführte.²² Eine allgemein anerkannte Definition gibt es nicht,²³ häufig wird ein Algorithmus aber als „Vorschrift zur Lösung einer Aufgabe“²⁴ beschrieben, der aus einem Wert oder einer Gruppe von Werten als Eingangsparameter (*Input*), mittels einer klar definierten Handlungsvorschrift einen Wert oder eine Gruppe von Werten als Ausgabe

22 *Reiss/Hammer*, Grundlagen der Mathematikdidaktik, S. 95; *Czichos/Hennecke*, Hütte - Das Ingenieurwissen, J 106; *Knuth*, The Art of Computer Programming, S. 1.

23 Vgl. *Heilmann*, in: Liggieri/Müller (Hrsg.), Mensch-Maschine-Interaktion (229); *Autorité de la concurrence/Bundeskartellamt*, Algorithms and Competition, 2019, S. 3; *OECD*, Algorithms and Collusion, 2017, S. 8.

24 *Reiss/Hammer*, Grundlagen der Mathematikdidaktik, S. 95.

(Output) erzeugt.²⁵ Eigenschaften eines Algorithmus sind die Eindeutigkeit seiner Handlungsschritte, ihre tatsächliche Durchführbarkeit sowie die Endlichkeit des Prozesses.²⁶ Algorithmen können Rechenschritte zur Lösung eines mathematischen Problems sein, unter eine weite Begriffsauslegung ließe sich aber ebenso ein Backrezept zur Herstellung eines Kuchens subsumieren.²⁷ Die Umsetzung eines Algorithmus in ein Programm wird als Implementierung bezeichnet.²⁸ Damit Maschinen Algorithmen lesen und interpretieren können, werden diese in der Regel in einer Programmiersprache implementiert.²⁹ Mit solchen von Computern ausgeführten „digitalen Algorithmen“³⁰ befasst sich die vorliegende Arbeit.

2. Statische und selbstlernende Algorithmen

Die Anwendungsbereiche von Algorithmen sind äußerst vielfältig. Jegliche Software und jeder Rechengvorgang eines Computers basiert auf einem oder mehreren Algorithmen.³¹ Aus diesem Grund unterscheiden sich Algorithmen je nach Einsatzgebiet und Aufgabe in Art und Komplexität.³² Differenziert wird im Folgenden zwischen **statischen** und **selbstlernenden** Algorithmen.³³ Bei statischen Algorithmen resultiert der Output aus einer zuvor festgelegten und konstanten Handlungsvorschrift, während selbstlernende Algorithmen ihre Abläufe selbstständig fortentwickeln können.

25 *Cormen et al.*, Introduction to Algorithms, S. 5.

26 *Heilmann*, in: Liggieri/Müller (Hrsg.), Mensch-Maschine-Interaktion (229).

27 *OECD*, Algorithms and Collusion, 2017, S. 8; wobei Rezepten häufig die notwendige Bestimmtheit der Arbeitsschritte fehlen dürfte. *Knuth*, The Art of Computer Programming, S. 6.

28 *Ottmann/Widmayer*, Algorithmen und Datenstrukturen, S. 1.

29 *Autorité de la concurrence/Bundeskartellamt*, Algorithms and Competition, 2019, S. 4; *Heilmann*, in: Liggieri/Müller (Hrsg.), Mensch-Maschine-Interaktion (229).

30 *Autorité de la concurrence/Bundeskartellamt*, Algorithms and Competition, 2019, S. 3.

31 *Autorité de la concurrence/Bundeskartellamt*, Algorithms and Competition, 2019, S. 4.

32 *Competition and Markets Authority*, Pricing Algorithms, 2018, 2.3; *A. Gal*, It's a Feature, Not a Bug: On Learning Algorithms and What They Teach Us, 2017, S. 2.

33 Vgl. *Bernhardt/Dewenter* (2020), ECJ 16 (2-3), 312 (315); *Monopolkommission*, Wettbewerb 2018, Rn. 169 f.; *Competition and Markets Authority*, Pricing Algorithms, 2018, S. 9 ff; *Autorité de la concurrence/Bundeskartellamt*, Algorithms and Competition, 2019, S. 9.

a) Statische Algorithmen

Ein Algorithmus gilt im Folgenden als statisch, wenn seine Handlungsschritte eindeutig bestimmt sind und sich über die Zeit und die wiederholte Ausübung nicht in einem Lernprozess an Erfahrungen anpassen, sodass die Gewichtung der einzelnen Parameter bei der Verarbeitung stets gleichbleibend ist. Ein statischer Algorithmus im Sinne dieser Arbeit ist deterministisch und determiniert. Ein Algorithmus gilt als deterministisch, wenn er „stets dieselben Schritte und Zwischenergebnisse durchläuft, egal wann und wie oft er ausgeführt wird.“³⁴ Algorithmen sind darüber hinaus determiniert, wenn sie aufgrund des gleichen Prozesses bei unverändertem Input zu dem gleichen Output gelangen, das Ergebnis mithin reproduzierbar ist.³⁵ Deterministische Algorithmen sind somit immer auch determiniert. Ein statischer Algorithmus kann verschiedene Komplexitätsgrade aufweisen und in Abhängigkeit von seiner Programmierung unterschiedlich viele Parameter in den Entscheidungsprozess mit einbeziehen.

b) Selbstlernende Algorithmen

Selbstlernende Algorithmen entwickeln ihre Abläufe in einem Lernprozess zur Optimierung des Outputs selbstständig fort. Als Teilgebiet der künstlichen Intelligenz (*artificial intelligence*, AI)³⁶ befasst sich das maschinelle Lernen (*machine learning*) mit der Möglichkeit, Aufgaben durch Maschinen zu lösen, für die diese nicht explizit programmiert sind.³⁷ Bei selbstlernenden Algorithmen ist der Transformationsprozess des Inputs zu einem Output der Maschine deshalb in Teilen selbst überlassen.³⁸ Damit selbstlernende

34 Konertz/Schönhof, Das technische Phänomen „Künstliche Intelligenz“ im allgemeinen Zivilrecht, S. 59.

35 Konertz/Schönhof, Das technische Phänomen „Künstliche Intelligenz“ im allgemeinen Zivilrecht, S. 59.

36 AI bezeichnet ein Gebiet der Informatik, welches sich mit der Aufgabe befasst, Computersysteme zu befähigen, Aufgaben zu erledigen, für die normalerweise menschliche Intelligenz benötigt würde, Seel (Hrsg.), *Encyclopedia of the sciences of learning*, S. 315.

37 Schacht/Lanquillon, Blockchain und maschinelles Lernen, S. 90; Häufig wird auf Arthur L. Samuel Bezug genommen, der bereits 1959 maschinelles Lernen als Möglichkeit beschrieb, Computer so zu programmieren, dass sie aus Erfahrungen lernen. Dies könne einen Großteil des detaillierten Programmieraufwands überflüssig machen, Samuel (1959), *IBM Journal of Research and Development* 3 (3), 210 (211).

38 *Alpaydm*, *Introduction to Machine Learning*, S. 1.

Algorithmen in der Lage sind, einen nützlichen Output zu generieren, müssen sie trainiert werden. Die Phase, in der ein Algorithmus trainiert wird, ist von der Phase zu trennen, in der ein Algorithmus zur Anwendung kommt; häufig finden diese Prozesse nicht zeitgleich statt.³⁹ Im Rahmen des Trainings nutzt der selbstlernende Algorithmus die mit der wiederholten Ausführung gewonnene Erfahrungen, um seinen Output zu optimieren.⁴⁰ Außerhalb der Trainingsphase stimmen selbstlernende Algorithmen hingegen häufig mit statischen Algorithmen überein, indem sie bei Anwendung deterministisch und determiniert sind.⁴¹

aa) Trainingsarten

Innerhalb der selbstlernenden Algorithmen wird zwischen verschiedenen Arten des Lernverhaltens unterschieden: dem überwachten Lernen (*supervised learning*), dem unüberwachten Lernen (*unsupervised learning*) sowie dem bestärkenden Lernen (*reinforcement learning*).

(1) *Supervised learning*

Beim *supervised learning* lernt der Algorithmus die Erstellung und Verwendung eines Modells zur Verarbeitung des Inputs mit Hilfe von Trainingsdaten, welche bereits den gewünschten Output vorgegeben haben (*labeled data*).⁴² Der Algorithmus versucht auf Grundlage dieser Daten Regeln herauszuarbeiten, welche es ihm ermöglichen, den Trainingsdaten entsprechende Ergebnisse bei neuen Datensätzen zu erzielen.⁴³ Als Beispiel für das *supervised learning* kann der Spam-Filter eines E-Mail-Postfachs dienen, welcher trainiert werden soll, potenziell gefährliche und unpassende E-Mails herauszufiltern.⁴⁴ Indem dem Algorithmus vorgegeben wird, welche

39 Konertz/Schönhof, Das technische Phänomen „Künstliche Intelligenz“ im allgemeinen Zivilrecht, S. 49.

40 OECD, Algorithms and Collusion, 2017; Jordan/Mitchell, Science 349 (6245) (2015) (255).

41 Gesellschaft für Informatik, Technische und rechtliche Betrachtungen algorithmischer Entscheidungsverfahren, 2018, S. 46 ff; Konertz/Schönhof, Das technische Phänomen „Künstliche Intelligenz“ im allgemeinen Zivilrecht, S. 49.

42 Grus, Data science from Scratch, Kapitel II.

43 Alpaydm, Introduction to Machine Learning, S. II.

44 Shalev-Shwartz/Ben-David, Understanding Machine Learning, S. 4.

früheren Mails als Spam und welche nicht als Spam eingeordnet wurden, kann er Anhaltspunkte suchen und ein Vorgehen erlernen, welches dazu dient, zukünftige E-Mails zutreffend zu kategorisieren.

(2) *Unsupervised learning*

Das *unsupervised learning* hat die Strukturierung eines Datensatzes zum Ziel.⁴⁵ Es unterscheidet sich vom *supervised learning* dahingehend, dass ein Trainingsdatum keine ihm zugeordnete Lösung vorgegeben hat (*unlabeled data*). Der Algorithmus untersucht einen vorgegebenen Datensatz hierbei nach Gemeinsamkeiten, um Muster zu erkennen oder Gruppen zu bilden.⁴⁶ *Unsupervised learning* kann beispielsweise dazu verwendet werden, das Kaufverhalten von Verbrauchern zu analysieren und diese unterschiedlichen Gruppen zuzuordnen.

(3) *Reinforcement learning*

Das *reinforcement learning* basiert auf Entscheidungen und Belohnungen.⁴⁷ Hierbei sind die Datensätze regelmäßig nicht vorgegeben, sondern entstehen durch die Interaktion der Maschine mit der Umwelt.⁴⁸ Der Algorithmus trifft hierbei eine Entscheidung und erhält im Gegenzug in Abhängigkeit der getroffenen Entscheidung eine Belohnung. Durch Ausprobieren versucht der Algorithmus seine Leistung zu verbessern und herauszufinden, auf welche Entscheidungen die größte Belohnung erfolgt, mit dem Ziel, diese zu maximieren.⁴⁹ *Reinforcement learning* kommt zur Erlernung und Entwicklung von Strategien zum Einsatz. Es kann bei selbstfahrenden Autos ebenso verwendet werden, wie zur Unterstützung von Unternehmen im Online-Marketing und auch bei der Preissetzung.⁵⁰

45 Sammut/Webb (Hrsg.), *Encyclopedia of Machine Learning and Data mining*, S. 1304.

46 Chandramouli et al., *Machine Learning*, 1.5.2.

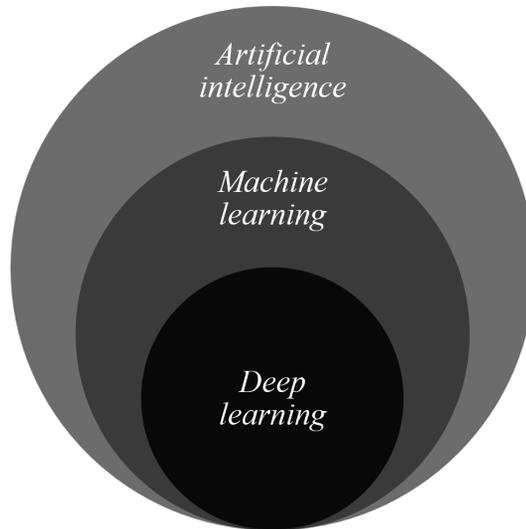
47 Majumder, *Deep Reinforcement Learning in Unity*, S. 1.

48 Schacht/Lanquillon, *Blockchain und maschinelles Lernen*, S. 98; Jordan/Mitchell, *Science* 349 (6245) (2015), 255 (258).

49 Sutton, *Reinforcement Learning*, S. 1; Chandramouli et al., *Machine Learning*, 1.5.3.

50 Chandramouli et al., *Machine Learning*, 1.5.3.

Abbildung 1: Teilgebiete der Künstlichen Intelligenz



bb) *Deep learning*

Deep learning stellt ein Teilgebiet des *machine learnings* dar. Hierbei werden die Algorithmen befähigt, mithilfe künstlicher neuronaler Netze (*artificial neural networks*) komplexe Verarbeitungsprozesse zu erlernen. Die *artificial neural networks* weisen in ihrer Struktur Parallelen zum menschlichen Nervensystem auf.⁵¹ Sie bestehen aus einer großen Anzahl künstlicher Neuronen, die miteinander verbunden sind und es dem Algorithmus ermöglichen, Eingabeparameter auf verschiedenen Ebenen zu verarbeiten.⁵² So sind *deep learning* Algorithmen in der Lage, komplexe Strategien und Muster selbstständig zu erlernen und zu erkennen. Diese Art des Lernens reduziert den Programmieraufwand und kann die Vorteile großer ungefilterter Datenmengen automatisiert nutzbar machen.⁵³ Ähnlich einer *Black-Box* lässt sich jedoch nicht immer vollständig nachvollziehen, wie der Algorithmus

51 OECD, Algorithms and Collusion, 2017, S. 9; LeCun et al., Nature 521 (7553) (2015) (436); Wani et al., Advances in Deep Learning, S. 2; Schacht/Lanquillon, Blockchain und maschinelles Lernen, S. 95 f.

52 Chandramouli et al., Machine Learning, 10.6.

53 LeCun et al., Nature 521 (7553) (2015) (436).

zu seinem Output gelangt ist.⁵⁴ *Deep learning* Algorithmen können für alle vorgestellten Arten des Lernens gleichermaßen zum Einsatz kommen. Sie haben in Experimenten unter Beweis gestellt, dass sie der menschlichen Entscheidungsfindung in bestimmten Bereichen überlegen sein können. So haben *deep learning* Algorithmen selbstständig gelernt professionelle Spielerinnen und Spieler in Spielen wie Go⁵⁵, Schach⁵⁶ oder Poker⁵⁷ zu besiegen. Bei dem Spiel Poker war der Algorithmus sogar in der Lage, seine Gegenspieler zu täuschen (*bluffen*).⁵⁸ In vielen weiteren Bereichen werden *deep learning* Algorithmen erfolgreich eingesetzt. Sie können unter anderem in der Medizin zur Früherkennung von Krankheitsbildern⁵⁹ hilfreich sein oder etwa auf den Gebieten der Bilderkennung⁶⁰ sowie des autonomen Fahrens⁶¹ zum Einsatz kommen. Ebenso lassen sich entsprechende Systeme für das Erlernen von Preissetzungsstrategien nutzen.

c) Die Bedeutung von Daten

Eine Stärke algorithmischer Systeme ist die effiziente Verarbeitung von Datensätzen. Zugleich trainieren selbstlernende Algorithmen anhand historischer oder aktueller Daten ihren Output zu optimieren. Weisen Daten, mit denen Algorithmen trainiert werden allerdings Fehler auf oder sind diese unvollständig, so beeinträchtigt dies den Output des Algorithmus. Die Qualität und die Effizienz eines Algorithmus hängt deshalb entscheidend von der Qualität und Quantität der verfügbaren Daten ab.⁶² Insbesondere die Quantität hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen, hierbei vor allem

54 OECD, Algorithms and Collusion, 2017, S. 32; Allerdings wird auf dem stark wachsenden Gebiet der *explainable AI* an Möglichkeiten zur Interpretation und Entschlüsselung maschineller Entscheidungsfindung geforscht, siehe *Linardatos et al.*, Entropy (Basel) 23 (1) (2020).

55 Weber, Christian, Computer spielt Go gegen sich selbst - und wird unschlagbar, SZ vom 19.10.2017, abrufbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/digital/kuenstliche-intelligenz-champion-aus-dem-nichts-1.3713570> (zugegriffen am 22.1.2022).

56 Hauck, Mirjam, Mensch, ärgere dich nicht, SZ vom 10.02.2021, abrufbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/digital/schach-deep-blue-kasparow-ibm-1.5200655>.

57 N. Brown/Sandholm, Science 359 (6374) (2018), 418.

58 N. Brown/Sandholm, Science 359 (6374) (2018), 418 (421).

59 Piccialli et al. (2021), Information Fusion 66, 111.

60 Wartala, Praxiseinstieg Deep Learning, 147, 46.

61 Kuutti et al. (2021), IEEE Trans. Intell. Transport. Syst. 22 (2), 712.

62 Wani et al., Advances in Deep Learning, S. 9; A. Gal, It's a Feature, Not a Bug: On Learning Algorithms and What They Teach Us, 2017, S. 2.

auf digitalen Plattformen: Weltweit werden pro Tag 500 Millionen Tweets auf Twitter veröffentlicht, 5 Billionen Suchanfragen auf Internetplattformen ausgeführt und 294 Billionen E-Mails versendet.⁶³ Darüber hinaus lassen sich viele weitere Parameter digital erfassen und sind so als Datum für eine Auswertung nutzbar. Die großen verfügbaren Datenmengen werden häufig unter dem Begriff *Big Data* zusammengefasst. Dieser bezeichnet den „Informationsbestand, der durch ein so hohes Volumen, eine so hohe Geschwindigkeit und eine so große Vielfalt charakterisiert ist, dass er eine spezielle Technologie und Analysemethoden für eine nützliche Umwandlung erfordert.“⁶⁴ Folglich besteht zwischen Algorithmen und *Big Data* eine wechselseitige Beziehung. Während insbesondere selbstlernende Algorithmen große Datenmenge zum Erlernen effizienter Strategien benötigen, bedarf es zugleich algorithmischer Systeme um das hohe Datenaufkommen effizient verarbeiten und wirtschaftlich nutzbar machen zu können. Mit entsprechenden Daten besteht die Möglichkeit, die Auswirkungen unterschiedlichster Einflussfaktoren auf das Verhalten von Menschen zu analysieren und in eine algorithmische Entscheidungsfindung einfließen zu lassen. Sowohl die Qualität der Programmierung, als auch die zur Verfügung stehenden Daten bedingen den Output algorithmischer Systeme.

II. Algorithmen zur Unterstützung der Marktteilnehmer

Algorithmen können im Wettbewerb von Marktakteuren genutzt werden, um die vielfältigen Datenmengen zum wirtschaftlichen Vorteil zu nutzen. Sowohl auf Angebots-, als auch auf Nachfrageseite kommen bereits unterschiedliche Algorithmen zur Stärkung der Marktpositionen zum Einsatz.

1. Algorithmen zur Stärkung der Verbraucher

Auf Seiten der Verbraucherinnen können Algorithmen unter anderem dazu dienen, verschiedene Anbieter sowie Angebote zu vergleichen und die Markttransparenz der Verbraucherinnen zu erhöhen. Eine Vielzahl von Vergleichsplattformen bietet die Möglichkeit, Produkte und Dienstleistungen

63 Vgl. *World Economic Forum* (Hrsg.), *How Much Data is Generated Each Day?*, abrufbar unter: <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/how-much-data-is-generated-each-day-cf4bddf29f/> (zugegriffen am 22.1.2022).

64 Aus dem Englischen übersetzt, siehe *Mauro et al.* (2016), *Library Review* 65 (3), 122 (131).

gen mit geringem Aufwand in Preis und Leistung zu vergleichen.⁶⁵ Die Verbraucherinnen sind nicht auf die größten und bekanntesten Händler festgelegt, sondern können ortsunabhängig weitere, für sie attraktivere Angebote entdecken. Darüber hinaus bieten verschiedene Plattformen die Möglichkeit, historische Preisverläufe von Produkten auszuwerten oder durch sogenannte „Preiswecker“ auf besonders günstige Angebote hingewiesen zu werden.⁶⁶ Algorithmen können grundsätzlich Such- und Transaktionskosten reduzieren. Durch eine bessere Verfügbarkeit der Informationen werden Kundinnen in die Lage versetzt, schneller auf Veränderungen zu reagieren. Hieraus können sich positive Effekte für die Konsumenten ergeben.⁶⁷

2. Algorithmen zur Unterstützung der Anbieter

Auf Seiten der Anbieter können Algorithmen helfen, Produkte zu verbessern, die Effizienz des Unternehmens zu steigern oder Preisstrategien zu optimieren.⁶⁸ Durch Algorithmen können Produktions- sowie Vertriebsprozesse optimiert werden, um so Kosten zu senken.⁶⁹ Im Ergebnis trägt dies dazu bei, dass auf Online-Märkten im Vergleich zu Offline-Märkten häufig günstigere Preise angeboten werden können.⁷⁰ Darüber hinaus lassen sich Algorithmen nutzen, um Unsicherheiten bezüglich der Marktgegebenheiten zu reduzieren. Informationen über das Verhalten und die Präferenzen von (potenziellen) Kundinnen können ausgewertet werden, um das eigene Angebot und die Werbung an die Bedürfnisse der Kundschaft anzupassen. Auch die Markttransparenz lässt sich mit Hilfe von Algorithmen verbessern, indem sich Produkte, Kapazitäten und Preise der Wettbewerber in Echtzeit

65 *Monopolkommission*, Wettbewerb 2018, S. 85.

66 *Hannoversche Allgemeine*, Preissuchmaschinen im Netz: So nutzen Sie sie richtig, abrufbar unter: <https://www.haz.de/Nachrichten/Wissen/Uebersicht/Preissuchmaschinen-im-Netz-So-nutzen-Sie-sie-richtig> (zugegriffen am 9.3.2022).

67 *Competition and Markets Authority*, Pricing Algorithms, 2018, S. 15; In einer Literaturübersicht zum digitalen Handel machen *Avi Goldfarb* und *Catherine Tucker* fünf Kostenreduktionen durch den digitalen Handel im Allgemeinen fest: geringere Suchkosten, Nachahmungskosten, Transportkosten, *Tracking*-Kosten sowie Verifizierungskosten, *Goldfarb/C. Tucker* (2019), JEL 57 (1), 3.

68 *Bundeskartellamt*, Algorithmen und Wettbewerb, 2020, S. 1.

69 *Competition and Markets Authority*, Pricing Algorithms, 2018, S. 15.

70 *Goldfarb/C. Tucker* (2019), JEL 57 (1), 3, mit Verweis auf *Brynjolfsson/M. D. Smith* (2000), *ManSci* 46 (4), 563 (für CDs und Bücher); *J. R. Brown/Goossbee* (2002), *JPE* 110 (3), 481 (für Lebensversicherungen); *Morton* (2003), *Quantitative Marketing and Economics* 1 (1), 65 (für Autos); *Orlov* (2011), *J. Ind. Econ.* 59 (1), 21 (für Flugverbindungen).

überprüfen und überwachen lassen.⁷¹ Des Weiteren können Algorithmen auf Grundlage vergangener Transaktionen zukünftiges Verhalten der Marktakteure vorhersagen und so strategische Unsicherheiten reduzieren.⁷² Ebenso lassen sich Preisstrategien entwickeln, wodurch sich die Preise an sich ändernde Marktgegebenheiten anpassen.

III. Preisalgorithmen

1. Unterscheidung der Arten von Preisalgorithmen

Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf den Wettbewerbsauswirkungen des Einsatzes von Preisalgorithmen auf der Angebotsseite. Unter Preisalgorithmen werden im Folgenden alle Arten von Algorithmen verstanden, welche Preise als Input verarbeiten oder anhand unterschiedlicher Parameter als Output bestimmen.⁷³ Hierbei kann zwischen drei verschiedenen Gruppen von Algorithmen unterschieden werden: Den Preisbeobachtungsalgorithmen, den Preisempfehlungsalgorithmen sowie den Preissetzungsalgorithmen.⁷⁴ **Preisbeobachtungsalgorithmen** dienen der Marktbeobachtung, indem sie Unternehmen dabei unterstützen, die Preise ihrer Wettbewerber zu überwachen und so einen besseren Überblick über das Marktgeschehen zu erlangen. **Preisempfehlungsalgorithmen** können darüber hinaus anhand von Unternehmens- sowie Marktdaten Preise für ein Produkt selbstständig bestimmen und das Unternehmen auf die Möglichkeit vorteilhafter Anpassungen hinweisen. **Preissetzungsalgorithmen** gehen noch einen Schritt weiter und legen die Preise für das Unternehmen selbstständig fest und passen diese in der Folge in Echtzeit an die Marktgegebenheiten an.

Preisempfehlungs- sowie Preissetzungsalgorithmen ermöglichen es Unternehmen, ihre Preise anhand unterschiedlicher Markt- und Unternehmensdaten, wie aktueller und historischer Kapazitäten, Produktionskosten oder der prognostizierten Nachfrage automatisiert bestimmen zu lassen.

71 OECD, *Algorithms and Collusion*, 2017, S. 22.

72 OECD, *Algorithms and Collusion*, 2017, S. 22.

73 *British Competition and Markets Authority*, *Pricing Algorithms: Economic Working Paper on the Use of Algorithms to Facilitate Collusion and Personalised Pricing*, 2018, 2.4.

74 *British Competition and Markets Authority*, *Pricing Algorithms: Economic Working Paper on the Use of Algorithms to Facilitate Collusion and Personalised Pricing*, 2018, 2.5; C. König, in: *Künstliche Intelligenz und Robotik*, § 17, Rn. 7.

Auch die Kapazitäten der Wettbewerber sowie die Preissetzung der Konkurrenz können hierbei Berücksichtigung finden.⁷⁵ Die günstige Verfügbarkeit großer Datenmengen und Fortschritte im Rahmen der Verarbeitung durch Algorithmen bieten die Möglichkeit, unterschiedlichste Parameter und Strategien in die Preisfindung einfließen zu lassen. Unternehmen können mit Hilfe algorithmischer Systeme automatisiert und in Echtzeit auf sich verändernde Marktbedingungen reagieren, um so ihre Gewinne zu steigern.⁷⁶ Für die algorithmische Preissetzung können sowohl statische, als auch unterschiedliche selbstlernende Algorithmen eingesetzt werden.⁷⁷ Die Entscheidungsparameter und ihre Gewichtung zur Bestimmung der Preise sind bei statischen Algorithmen vorgegeben und verändern sich im Laufe der Zeit nicht selbstständig. Ein statischer Algorithmus kann beispielsweise derart programmiert sein, dass er Preise innerhalb eines Korridors stets um einen bestimmten Betrag unterhalb der Preise seiner Wettbewerber festlegt. Selbstlernende Preissetzungsalgorithmen können darüber hinaus ihre Preisgestaltung weiterentwickeln und eigenständig vielfältige Strategien entwickeln. Ein selbstlernender Algorithmus kann mit der Zielfunktion einer Gewinnmaximierung selbstständig Strategien zur Erreichung dieses Ziels erlernen, seine Preisgestaltungsstrategie stetig fortentwickeln und an die Marktgegebenheiten sowie die gewonnenen Erfahrungen anpassen.

Preisalgorithmen erleichtern es Unternehmen, dynamische Strategien zu entwickeln, mit denen die Preise an sich verändernde Gegebenheiten des Marktes angepasst werden, um beispielsweise Zeiten erhöhter Nachfrage durch automatisierte Preisanstiege auszunutzen. Aufgrund dessen wird der Begriff der dynamischen Preissetzung häufig synonym für eine algorithmische Preissetzung verwendet,⁷⁸ wobei dynamische Preissetzungen nicht zwingend einen automatisierten Prozess voraussetzen.⁷⁹

75 *Competition and Markets Authority*, Pricing Algorithms, 2018, S. 15.

76 *Blaudow/Burg* (2018), WISTA 2018 (2), 11 (12).

77 *Monopolkommission*, Wettbewerb 2018, S. 66.

78 *Blaudow/Burg* (2018), WISTA 2018 (2), 11 (12).

79 Dynamische Preissetzung liegt bereits vor, wenn verschiedenen Kundinnen unterschiedliche Preise für dasselbe Produkt berechnet werden, siehe *Wittman/Belobaba* (2019), *J Rev Pricing Man* 18 (2), 100 (101).

2. Preisstrategien

Preisempfehlungs- und Preissetzungsalgorithmen können Strategien zur Preisgestaltung von Unternehmen umsetzen oder sogar selbstständig entwickeln. Grundsätzlich kann bei der Strategie der Preisgestaltung zwischen zwei verschiedenen Arten der Preissetzung unterschieden werden. Die im Zeitablauf variierende Preisgestaltung auf Grundlage objektiver Kriterien wird unter dem Begriff der **dynamischen Preissetzung** erfasst und ist von individuellen Merkmalen der Kundinnen unabhängig.⁸⁰ Preisanpassungen an die Preissetzung der Wettbewerber sind ebenfalls hierunter zu fassen. Darüber hinaus spricht man von **personalisierter Preissetzung**, wenn Kundinnen aufgrund individueller Eigenschaften Produkte zu unterschiedlichen Preisen angeboten bekommen.⁸¹ Algorithmen können sowohl zur dynamischen, als auch zur personalisierten Preissetzung eingesetzt werden.

a) Dynamische Preissetzung

Dynamische Preissetzung sorgt dafür, dass Hotels besonders dann teuer sind, wenn viele Menschen gleichzeitig Ferien haben, da hierunter die Anpassung von Preisen an die sich ändernden Bedingungen auf einem Markt verstanden wird.⁸² Die kurzfristige (und automatisierte) Preisanpassung an Marktgegebenheiten ist dabei kein neues Phänomen der digitalen Märkte. *Coca-Cola* plante bereits im Jahr 1999 dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Nachfrage nach Erfrischungsgetränken an heißen Sommertagen erwartungsgemäß höher sein sollte, als an kalten Tagen.⁸³ Deshalb wurden Getränkeautomaten getestet, welche die Preise der angebotenen Getränke an die äußeren Temperaturen anpassen.⁸⁴ Der damalige Geschäftsführer des Konzerns hob hervor, dass die Automaten „diesen Prozess einfach automatisch durchführen.“⁸⁵ Während sich die automatisierte Preissetzung der

80 Genth et al. (2016), Wirtschaftsdienst 96 (12), 863 (868).

81 Genth et al. (2016), Wirtschaftsdienst 96 (12), 863 (868).

82 Vgl. F. Hofmann (2016), wrp, 1074 (1075); Seele et al. (2021), J Bus Ethics 170 (4) (697); Blandow/Burg (2018), WISTA 2018 (2), 11 (12).

83 Seele et al. (2021), J Bus Ethics 170 (4) (697).

84 Hays, Constance L., Variable-Price Coke Machine Being Tested, NYT vom 28.10.1999, abrufbar unter: <https://www.nytimes.com/1999/10/28/business/variable-price-coke-machine-being-tested.html> (zugegriffen am 22.1.2022).

85 Aus dem Englischen übersetzt, siehe Hays, Constance L., Variable-Price Coke Machine Being Tested, NYT vom 28.10.1999, abrufbar unter: <https://www.nytimes.com/19>

Getränkeautomaten in der Folge jedoch nicht durchsetzen konnte,⁸⁶ waren variierende Preise in der Tourismus- und Luftfahrtbranche damals bereits üblich.⁸⁷ Durch den direkten Kontakt zur Endkundin über das Internet sowie den technischen Fortschritt haben sich die Möglichkeiten der dynamischen Preissetzung nochmal deutlich erweitert.⁸⁸

b) Personalisierte Preissetzung

Algorithmische Preissetzung kann auch zur personalisierten Preissetzung genutzt werden, indem das gleiche Produkt unterschiedlichen Kundinnen zu unterschiedlichen Preisen angeboten wird (Preisdiskriminierung). Hierbei wird zwischen verschiedenen Arten der Preisdiskriminierung unterschieden, wobei im Folgenden die Preisdiskriminierung des 1. sowie des 3. Grades betrachtet werden. Bei der perfekten Preisdiskriminierung (1. Grades) wird die maximale Zahlungsbereitschaft jeder Käuferin ausgenutzt, indem der angebotene Preis ihrer jeweiligen Zahlungsbereitschaft entspricht.⁸⁹ Hierdurch kann die Anbieterin den maximalen Gewinn erzielen, wohingegen die Käuferin keinen Vorteil aus der Transaktion erlangt, da der gezahlte Preis genau dem von ihr beigemessenen Wert des Produktes entspricht.

Darüber hinaus können Unternehmen die Konsumentinnen auch anhand festgelegter Merkmale in Gruppen einteilen und diesen Gruppen unterschiedliche Preise anbieten (3. Grades).⁹⁰ So können der Berufsstand, das Geschlecht, die Herkunft oder spezielle Interessen Grundlage für die Einteilung sein. Aufgrund der Verfügbarkeit großer Mengen persönlicher Daten, ist denkbar, dass Unternehmen vermehrt versuchen werden, eine solche Preisdiskriminierung umzusetzen. Allerdings bestehen große Vorbehalte der Kundinnen gegenüber dem Einsatz individueller Preissetzung.⁹¹

99/10/28/business/variable-price-coke-machine-being-tested.html (zugegriffen am 22.1.2022).

86 *Seele et al.* (2021), *J Bus Ethics* 170 (4) (697).

87 *Spann/Skiera* (2020), *ZfbF* 72 (3), 321 (322 f.).

88 *Spann/Skiera* (2020), *ZfbF* 72 (3), 321 (323); *Bladow/Burg* (2018), *WISTA* 2018 (2), 11 (12).

89 *Varian*, in: *Schmalensee/Willig* (Hrsg.), *Handbook of Industrial Organization*, S. 597 (600).

90 *OECD*, *Price Discrimination*, 2016, S. 7.

91 Bei einer 2005 durchgeführten repräsentativen Befragung amerikanischer Internetnutzer, sprachen 91 % der Befragten gegen eine individuelle Preissetzung aus. *Turow et al.* (2005), S. 22; In einer 2016 im Bundesland NRW durchgeführten repräsentativen Be-

Als beispielsweise der Online-Händler *Amazon* im Jahr 2000 personalisierte Preise für eine DVD-Box ausprobiert hatte, führte dies zu Protesten, die die Einstellung des Versuchs zur Folge hatten.⁹² Ebenso brach das Unternehmen *Coop* einen Test personalisierter Preise ab,⁹³ nachdem unter anderem die Zeitung *NZZ am Sonntag* das Vorhaben unter dem Titel „Reiche bezahlen mehr“ kritisiert hatte.⁹⁴ Die fehlende Akzeptanz auf Seiten der Kundschaft könnte einer der Gründe dafür sein, dass es bisher an empirischer Evidenz für den Einsatz personalisierter Preise mangelt. Während Wissenschaftler in einer Studien aus den USA divergierende Preise in Online-Shops feststellten, konnten sie keine für den Effekt kausalen Kriterien festmachen und benennen.⁹⁵ Eine Studie aus Spanien stellte ebenfalls Preisunterschiede fest, wobei die Wissenschaftler im Ergebnis nicht behaupten konnten, eine strukturierte Preisdiskriminierung entdeckt zu haben.⁹⁶ Auch eine vom Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz geförderte Studie aus dem Jahr 2021 „konnte nicht bestätigen, dass personalisierte Preisgestaltung im Markt vorliegt und von Anbietern [...] aktiv eingesetzt wird.“⁹⁷ Denkbar ist jedoch, dass der Einsatz individueller Preisdiskriminierung durch Rabattcodes mittels Kundenkarten, Apps oder eines Kontos bei einem Onlinehändler gegebenenfalls zunehmen wird.⁹⁸ Entsprechende Systeme ermöglichen es Unterneh-

fragung bewerten ebenfalls knapp 90% der befragten Verbraucher personalisierte Preise als unfair. *ConPolicy GmbH*, Was Verbraucherinnen und Verbraucher in NRW über individualisierte Preise im Online-Handel denken, 2016.

92 *Aydin/Ziya* (2009), *Operations Research* 57 (6), 1523 (1524).

93 *Klemm, Thomas*, Der Preis verwirrt den Kunden, *FAZ.net* vom 19.06.2017, abrufbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/finanzen/meine-finanzen/online-handel-schwanken-preise-bald-je-nach-vermoegen-15065716.html?printPagedArticle=true#void> (zugegriffen am 22.1.2022).

94 *Metzler, Marco*, Personalisierte Preise: Reiche bezahlen mehr, *NZZaS* vom 23.10.2016, abrufbar unter: <https://nzzas.nzz.ch/wirtschaft/personalisierte-preise-reiche-bezahlen-mehr-ld.145004?reduced=true> (zugegriffen am 22.1.2022).

95 *Zander-Hayat et al.* (2016), *VuR* (31 (11)), 403 (404); *Hannak et al.*, *IMC'14*, 305 (311).

96 *Mikians et al.* (2012), 11th ACM Workshop 2012, 79 (83).

97 *Ibi research an der Universität Regensburg GmbH/trinnovative GmbH*, Empirie zu personalisierten Preisen im E-Commerce, 2021, S. 71; Auch eine Studie im Auftrag des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen aus dem Jahr 2016 kommt zu dem Schluss, dass "eine Preisdifferenzierung nach personenbezogenen Merkmalen in Deutschland kaum Verwendung findet." *Schleusener/Hosell*, Expertise zum Thema „Personalisierte Preisdifferenzierung im Online-Handel“, 2016, S. 22; ebenso *British Competition and Markets Authority*, Pricing Algorithms: Economic Working Paper on the Use of Algorithms to Facilitate Collusion and Personalised Pricing, 2018, S. 38: „There was no evidence of pricing being different or personalised for different consumers.“

98 *Haucap* (2021), S. 9.

men, grundsätzlich überhöhte Preise auszuzeichnen und über individuelle Rabatte mittels einer Kundenkarte oder ähnlichem eine Preisdiskriminierung zu erreichen. Auf Grundlage der derzeitigen Kenntnisse ist jedoch davon auszugehen, dass personalisierte Preise bisher – sofern überhaupt – nur in geringem Ausmaß zur Anwendung kommen.

3. Der Einsatz von Preisalgorithmen

a) Verbreitung

Über die tatsächliche Verbreitung von Preisalgorithmen auf digitalen Märkten gibt es erst wenige empirische Erkenntnisse. In der Hotel- und Flugvermittlung scheint im Rahmen der dynamischen Preissetzung auch die algorithmische Preissetzung ein bereits viel genutztes Instrument.⁹⁹ Nachdem es durch die Insolvenz der Fluggesellschaft Air Berlin im Jahr 2017 zu einem erheblichen Anstieg der Preise für innerdeutsche Flugverbindungen gekommen war, warnte der Präsident des Bundeskartellamtes (BKartA) *Andreas Mundt*, dass „[d]ie Verwendung eines Algorithmus zur Preisfestsetzung [...] ein Unternehmen selbstredend nicht von seiner Verantwortung [entbindet].“¹⁰⁰ Die Reaktion *Mundts* könnte auf das gesteigerte Interesse und die kritische Auseinandersetzung mit algorithmischer Preissetzung in der Öffentlichkeit, ebenso wie auf eine zunehmende Verbreitung der Systeme zurückzuführen sein.¹⁰¹ Die vielfältigen Möglichkeiten der Datennutzung auf digitalen Märkten haben dazu geführt, dass sich algorithmische Preissetzung auch auf andere Branchen ausgeweitet hat.¹⁰²

Die Sektoruntersuchung „Digitale Märkte“ der Europäischen Kommission ergab, dass etwas mehr als die Hälfte der in den Jahren 2015 bis 2016 von der Kommission befragten Einzelhändler die Online-Preise der Wettbewerber überwachen, zwei Drittel von ihnen mit Hilfe von Preisbeobachtungsalgo-

99 OECD, *Algorithms and Collusion*, 2017, S. 16.

100 Bundeskartellamt, Pressemitteilung vom 29.05.2018, Lufthansa-Tickets nach Air Berlin Insolvenz um 25-30 Prozent teurer, abrufbar unter: https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Pressemitteilungen/2018/29_05_2018_Lufthansa.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (zugegriffen am 22.11.2022).

101 Zur Verbreitung algorithmischer Preissetzung und dem öffentlichen Diskurs hierzu: *Blaudow/Burg* (2018), WISTA 2018 (2), 11 (12).

102 *Blaudow/Burg* (2018), WISTA 2018 (2), 11 (12).

rithmen.¹⁰³ Über ein Viertel der befragten Händler gaben an, die eigenen Preise mittels Software an Preise der Wettbewerber anzupassen, sich also algorithmischer Preissetzung zu bedienen.¹⁰⁴ Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt eine Veröffentlichung aus dem Jahr 2016, bei der die Preissetzung aller Händler, deren Produkte unter den 1.641 Meistverkauften der Plattform *Amazon Marketplace* sind, analysiert wurde.¹⁰⁵ Dabei konnten die Wissenschaftler 500 Verkäuferinnen identifizieren, die ihre Preise sehr wahrscheinlich mittels algorithmischer Preissetzung festsetzen.¹⁰⁶ Auch die Untersuchung der Preissetzung einer großen niederländischen Verkaufsplattform legen eine Verbreitung von Preissetzungsalgorithmen auf digitalen Märkten nahe (s.u.).¹⁰⁷ Die dargestellten Studien zeigen, dass algorithmische Preissetzung verbreitet ist, ein beträchtlicher Teil der Händler aber nach wie vor ohne Algorithmen in der Preissetzung agiert. Konzentriert man sich auf große Anbieter, so scheinen Algorithmen zur dynamischen Preissetzung bereits weiter verbreitet.¹⁰⁸

Auch im stationären Handel wird vereinzelt auf Algorithmen zur dynamischen Preissetzung zurückgegriffen.¹⁰⁹

b) Konkret eingesetzte Algorithmen

Bezüglich der tatsächlich eingesetzten Algorithmen existieren bisher ebenfalls nur wenige empirische Erkenntnisse. Bei einer Befragung zweier Anbieter von Preissetzungsalgorithmen durch die britische Wettbewerbs- und Marktaufsichtsbehörde CMA gab eines der Unternehmen an, „*relatively*

103 *Europäische Kommission*, Abschlussbericht über die Sektoruntersuchung zum elektronischen Handel, Rn. 13.

104 „53 % of the respondent retailers track the online prices of competitors, out of which 67 % use automatic software programmes for that purpose. [...] The majority of those retailers that use software to track prices subsequently adjust their own prices to those of their competitors (78 %).“ *Europäische Kommission*, Commission Staff Working Document – Final report on the E-commerce Sector Inquiry, 2017, Tz. 149.

105 *Chen et al.*, WWW '16, 1339.

106 *Chen et al.*, WWW '16, 1339.

107 *Wieting/Sapi* (2021).

108 *Blaudow/Burg* (2018), WISTA 2018 (2), II (20).

109 *Assad et al.* (2020); *Adams, Tim*, Surge Pricing Comes to the Supermarket, The Guardian vom 06.04.2017, abrufbar unter: <https://www.theguardian.com/technology/2017/jun/04/surge-pricing-comes-to-the-supermarket-dynamic-personal-data> (zugegriffen am 22.11.2022).

simple automated business rules“ anzuwenden, während das anderen Unternehmen behauptete „more sophisticated machine learning techniques“ zu implementieren.¹¹⁰ Manches deutet darauf hin, dass sich Werbeaussagen einiger Anbieter bezüglich der Komplexität¹¹¹ entsprechender Software „nur teilweise in der Ausgereiftheit der implementierten Strategien widerspiegelt.“¹¹² Die Monopolkommission geht in ihrem Gutachten aus dem Jahr 2018 davon aus, dass auf den deutschen Online-Märkten „vorrangig“ statische „und seltener“ selbstlernende Algorithmen zur Preissetzung eingesetzt werden.¹¹³ In den zwei bisher bekanntesten Fallbeispielen konkreter algorithmischer Preissetzung auf digitalen Märkten kamen ebenfalls statische Algorithmen zum Einsatz:

aa) Fallbeispiele

(1) *The Making of a fly*

Das erste Fallbeispiel betrifft den Verkauf des Biologiebuchs „*The Making of a fly*“ auf der Plattform *Amazon Marketplace* im Jahr 2011.¹¹⁴ Hierbei hatten zwei Wettbewerber unabhängig voneinander mit Hilfe einfacher Preissetzungsalgorithmen die Preise des von ihnen angebotenen Buches automatisiert festgelegt. Während die eine Anbieterin ihren Algorithmus so programmierte, dass dieser den Preis für das Buch stets auf das 0,998-fache des Preises ihres Wettbewerbers festlegte, wurde der Algorithmus des Wettbewerbers so programmiert, dass der Preis immer das 1,27-fache des Preises seiner Konkurrentin betrug.¹¹⁵ In den folgenden zehn Tagen trieben die beiden Algorithmen durch ihre gegenseitige Abhängigkeit den Preis für das Buch

110 *British Competition and Markets Authority*, Pricing Algorithms: Economic Working Paper on the Use of Algorithms to Facilitate Collusion and Personalised Pricing, 2018, S. 18.

111 *Musolff* (2021), S. 10 nennt die Beispiele „developed with game theory in mind“ und „powered by machine learning“.

112 Aus dem Englischen übersetzt, siehe *Musolff* (2021), S. 10; vgl. auch *Wieting/Sapi* (2021).

113 *Monopolkommission*, Wettbewerb 2018, S. 66; so auch: *Bernhardt/Dewenter* (2020), ECJ 16 (2-3), 312 (315).

114 *Sutter, John D.*, Amazon seller lists book at \$23,698,655.93 -- plus shipping, CNN vom 25.04.2011, abrufbar unter: <http://edition.cnn.com/2011/TECH/web/04/25/amazon.price.algorithm/> (zugegriffen am 22.1.2022).

115 *Sutter*, CNN 25.04.2011.

im Zusammenspiel in die Höhe, bis dieses für über 23 Millionen US-Dollar angeboten wurde.¹¹⁶

(2) Das Poster-Kartell

Das zweite Fallbeispiel wurde als das Poster-Kartell bekannt und betraf den Verkauf von Postern auf *Amazon Marketplace* im Jahr 2015. Sowohl die britischen, als auch die US-amerikanischen Kartellbehörden untersuchten einen entsprechenden Fall.¹¹⁷ In beiden Fällen hatten sich Händler über die Preise der von ihnen angebotenen Plakate verständigt. Zur Umsetzung der Vereinbarung setzten die Kartellanten eine statische Preissetzungssoftware ein. Einer der verwendeten Algorithmen beobachtete die Preise aller Wettbewerber und unterbot das günstigste Gebot stets um 25%.¹¹⁸ Sofern jedoch das Kartellmitglied den niedrigsten Preis für das entsprechende Poster anbot, legte die Software einen identischen Preis fest und verzichtete auf ein Unterbieten.¹¹⁹

bb) *Bol.com*

In einer Untersuchung der niederländischen Online-Verkaufsplattform *bol.com* aus dem Jahr 2021 kamen Wissenschaftler zu dem Ergebnis, dass auch hier vorzugsweise „relativ einfache“ Algorithmen zur Preissetzung eingesetzt werden.¹²⁰ Hierbei konnten die Wissenschaftler fünf algorithmische Preissetzungsmuster feststellen, welche in ihrem Datensatz wiederholt vorzufinden waren.¹²¹ Darüber hinaus stellte sie zwei statische Algorithmen nach, deren Output sich mit der Preissetzung zweier Händler deckt und darauf hindeuten, dass diese einen vergleichbaren Code verwendeten (*Abbildung 2*).

116 Sutter, CNN 25.04.2011.

117 CMA, Entsch. v. 12.8.2016, Case 50223, *Online Sales of Posters and Frames; The United States Department of Justice*, Pressemitteilung vom 06.04.2015, Former E-Commerce Executive Charged with Price Fixing in the Antitrust Division's First Online Marketplace Prosecution, Nr. 15-421, abrufbar unter: <https://www.justice.gov/opa/pr/former-e-commerce-executive-charged-price-fixing-antitrust-divisions-first-online-marketplace> (zugegriffen am 22.1.2022).

118 CMA, Entsch. v. 12.8.2016, Case 50223, Rn. 3.77, *Online Sales of Posters and Frames*.

119 CMA, Entsch. v. 12.8.2016, Case 50223, Rn. 3.77, *Online Sales of Posters and Frames*.

120 Wieting/Sapi (2021), S. 40.

121 Wieting/Sapi (2021), S. 19 f.

Abbildung 2: Nachgestellte Funktionsweise zweier beispielhafter Preissetzungsalgorithmen¹²²

Algorithmus A	Algorithmus B
Ausgangspreis $P_t = GK$ wenn „Wettbewerbsposition gut“ = WAHR wenn „In der BuyBox“ = WAHR dann $P_t = P_{t-1} + \epsilon$ sonst $P_t = P_{t-1} - \epsilon$ sonst $P_t = GK$	Ausgangspreis $P_t = GK$ wenn „In der BuyBox“ = FALSCH $P_t = P_{BuyBox} - \epsilon$ sonst $P_t = P_{t-1}$

Der erste nachgestellte Algorithmus (A) erhöht seinen Preis (P) zum Zeitpunkt t in Abhängigkeit von der generellen Wettbewerbsposition des Unternehmens sowie dem Gewinn der sogenannten *Buy Box*. Die *Buy Box* auf einer Plattform soll zur Unterstützung der Kundinnen dienen, indem der Plattformbetreiber nach eigenen Maßstäben einen Händler bestimmt, dessen Angebot gegenüber den anderen Angeboten bevorzugt und prominent platziert wird. Auf Online-Plattformen hat der Wettbewerb um die *Buy Box* einen großen Stellenwert, da eine Vielzahl der Verkäufe über diese abgeschlossen wird, sodass ihr Gewinn einen wichtigen Wettbewerbsvorteil darstellt.¹²³ Der Algorithmus A ist so programmiert, dass er, sofern die Wettbewerbsposition des Produkts durch neue Marktzutritte oder schlechte Bewertungen beeinträchtigt ist und die Stellung des Produkts in der Auflistung der Plattform nicht zufrieden stellend ist, versucht, dies mit einem tiefen Preis entsprechend der Grenzkosten (GK)¹²⁴ auszugleichen.¹²⁵ Hat das Produkt hingegen eine gute Stellung in der Auflistung der Plattform, erhöht der Algorithmus den Preis für das Produkt in kleinen Schritten (ϵ), so lange das Produkt als

122 Vgl. *Wieting/Sapi* (2021), S. 22.

123 Laut *repriceexpress*, soll der Anteil der Käufen über die *Buy Box* auf der Verkaufsplattform *Amazon* 83% ausmachen, siehe *repriceexpress*, „How to Win the Amazon Buy Box in 2021“, <https://www.repriceexpress.com/win-amazon-buy-box/> (30.12.2021).

124 Die Grenzkosten sind die Kosten, die bei der Produktion einer weiteren Einheit eines Gutes anfallen; *Erlei*, in: *Apolte/Erlei/Göcke u. a.* (Hrsg.), *Apolte et al.* 2019, S. 1 (57).

125 *Wieting/Sapi* (2021), S. 23.

Gewinner in der *Buy Box* ist.¹²⁶ Sobald das Produkt nicht mehr in der *Buy Box* ist, wird der Preis in kleinen Schritten (ϵ) reduziert.

Der zweite nachgestellte Algorithmus (B) ist einfacher programmiert. Er unterbietet stets die Verkäuferin in der *Buy Box* um einen festgelegten Betrag. Sobald er aber selbst die *Buy Box* innehat, nimmt er keine Preisanpassungen mehr vor.

cc) Der Tankstellenmarkt

Ergebnisse einer Untersuchung der Preissetzung auf deutschen Tankstellenmärkten legen nahe, dass auf diesen – anstelle von statischen Algorithmen – selbstlernende Systeme mit künstlicher Intelligenz zum Einsatz kommen.¹²⁷ Ein Anbieter von Preissetzungssoftware bewirbt seine Produkte für den Tankstellenmarkt damit, dass „die Preise durch Anwendung künstlicher Intelligenz sowohl beruhend auf Vergangenheitsdaten als auch auf aktuellen Transaktionsdaten“ ermittelt werden.¹²⁸ Wissenschaftlerinnen haben die Preissetzung zwischen 2016 und 2018 untersucht und gehen davon aus, dass eine große Zahl deutscher Tankstellenbetreiber entsprechende Algorithmen 2017 implementiert haben.¹²⁹

IV. Auswirkungen algorithmischer Preissetzung auf den Wettbewerb

In der juristischen und ökonomischen Literatur werden mögliche Auswirkungen des Einsatzes von Preisalgorithmen auf den Wettbewerb kontrovers diskutiert. Als Ausgangspunkt der Debatte können die Arbeiten von *Ariel Ezrachi* und *Maurice E. Stucke* gesehen werden.¹³⁰ Die Autoren zeigen darin verschiedene Szenarien auf, in denen Algorithmen den Wettbewerb negativ beeinflussen. Während sie sowie einige weitere Wissenschaftlerinnen vor den Folgen automatisierter Preissetzung warnen und eine Anpassung des

126 *Wieting/Sapi* (2021), S. 22.

127 *Assad et al.* 2020; *Derakhshan/Hammer/Demazeau* in *Demazeau/Ito/Bajo* u. a. (Hrsg.), *PAAMS* 2016, 2016, S. 247.

128 *Torben Laruridsen* (2017), *PriceCast Fuel* - damit Sie beim Preis immer richtig liegen!, in: *TANKSTOP* (6), S. 27–28, S. 27.

129 *Assad et al.* (2020).

130 *Ezrachi/Stucke* (2017), *UIILLRev* 2017 (1), 1775; *Ezrachi/Stucke*, *Virtual Competition*.

Wettbewerbsrechts anmahnen,¹³¹ sehen andere zum jetzigen Zeitpunkt keinen Grund zur Beunruhigung.¹³² Im Folgenden werden die von *Ezrachi* und *Stucke* geschilderten Szenarien aufgegriffen und die potenziellen Gefahren algorithmischer Preissetzung für den Wettbewerb dargestellt.

1. Algorithmische (*tacit collusion*)

a) *Tacit collusion*

In stark konzentrierten Märkten entstehen Abhängigkeiten zwischen konkurrierenden Unternehmen. Sie können dazu führen, dass Wettbewerber selbständig kollusive Marktpreise einem wettbewerblichen Verhalten vorziehen, ohne dass es einer Abstimmung bedarf.¹³³ Der Einsatz von Preissetzungsalgorithmen könnte dieses Verhalten begünstigen und ein stillschweigendes Zusammenwirken der Wettbewerber, eine sogenannte *tacit collusion*, ermöglichen.¹³⁴

aa) Begriffsbestimmung

Der Begriff *tacit collusion* bezeichnet eine Koordination zwischen Wettbewerbern auf ein überwettbewerbliches Gleichgewicht, ohne dass es hierfür eines Informationsaustausches im Sinne einer abgestimmten Verhaltensweise bedarf.¹³⁵ Im Deutschen wird *tacit collusion* als stillschweigendes Zusammenwirken oder stillschweigende Kollusion übersetzt. Obwohl die Kollusion im juristischen Kontext häufig mit dem Kartell oder der abgestimmten Ver-

131 Siehe u.a. *Calvano et al.* (2020), *Science* 370 (6520), 1040; *Ezrachi/Stucke*, *Virtual Competition*; *Ezrachi/Stucke* (2017), *UILLRev* 2017 (1), 1775; *Harrington* (2018), *JCLE* 14 (3), 331; *Harrington* (2020); *Mehra* (2016), *Minnesota Law Review*, Paper No. 2015-15 100; *Oxera*, *When Algorithms Set Prices: Winners and Losers*, 2017; *Käseberg/Kalben* (2018), *WuW* 2018, 2; *OECD*, *Algorithms and Collusion*, 2017.

132 Siehe u.a. *Autorité de la concurrence/Bundeskartellamt*, *Algorithms and Competition*, 2019; *Oxera*, *When Algorithms Set Prices: Winners and Losers*, 2017; *Petit* (2017), *JECLAP* 8 (6), 361; *Schwalbe* (2018), *JCLE* 14 (4), 568; *Kühn/Tadelis*; *Schrepel*, *Here's why Algorithms are NOT (Really) a Thing*, 2017; *Dolmans et al.* (2017), *Concurrences* 2017 (2), 1; *Pohlmann*, *Algorithmen als Kartellverstöße*, S. 633.

133 *Green et al.*, in: *Blair/Sokol* (Hrsg.), *Handbook of International Antitrust Economics*, S. 464 (465).

134 *Ezrachi/Stucke* (2017), *UILLRev* 2017 (1), 1775 (1789 ff.).

135 *Harrington* (2012), *Economics Working Paper Archive* (588) (3).

haltensweise nach Art. 101 I AEUV gleichgesetzt wird, ist der Begriff im ökonomischen Kontext weiter zu verstehen, als „wettbewerbsbeschränkendes Verhalten von Unternehmen zur Erzielung kollektiver Vorteile [...], unabhängig davon, ob dem eine ausdrückliche Vereinbarung zwischen den Unternehmen zugrunde liegt oder nicht.“¹³⁶ Bei einer Kollusion im ökonomischen Sinn liegt der Fokus mithin auf dem Marktergebnis,¹³⁷ das von dem Marktergebnis abweicht, welches bei wirksamem Wettbewerb zu erwarten wäre.¹³⁸ Abhängig davon, wodurch dieses überwettbewerbliche (auch supra-kompetitive) Ergebnis erzielt wurde, wird zwischen der expliziten (*explicit collusion*) und der stillschweigenden Kollusion (*tacit collusion*) unterschieden.¹³⁹

Um die Abgrenzung zur Kartellvereinbarung zu verdeutlichen, wird der Begriff *tacit collusion* gelegentlich durch „*tacit coordination*“¹⁴⁰ oder „Verhaltenskoordination“¹⁴¹ ersetzt oder mit dem Begriff des bewussten Parallelverhaltens¹⁴² gleichgesetzt. Während das überwettbewerbliche (auch supra-kompetitive) Marktergebnis bei einer expliziten Kollusion Ergebnis einer getroffenen Vereinbarung oder abgestimmten Verhaltensweise zwischen den Wettbewerbern ist, ist die Koordination bei einer stillschweigenden Kollusion Folge sogenannter oligopolistischer Interdependenzen.¹⁴³

bb) Oligopolistische Interdependenzen

Während Unternehmen bei perfektem Wettbewerb den Marktpreis als gegeben hinnehmen müssen, können sie diesen im Oligopol durch ihr Verhalten

136 *Kantzenbach/Kruse*, Kollektive Marktbeherrschung, S. 26.

137 Unter dem Marktergebnis wird die Auswirkung der unternehmerischen Entscheidungen verstanden. Diese kann in Bezug auf die Höhe der Preise oder Gewinne, aber auch bezüglich der Qualität oder produzierten Gütermenge betrachtet werden, I. *Schmidt/Haucap*, Wettbewerbspolitik und Kartellrecht, S. 71 ff.

138 Allerdings weißt *Harrington* darauf hin, dass Kollusion nicht allein an einem erhöhten Marktpreis festgemacht werden könne, da es ebenso möglich erscheine, dass dieser beispielsweise aus staatlichem Eingriffen resultiere, *Harrington* (2018), JCLE 14 (3), 331 (334 ff.).

139 *Posner*, Antitrust Law, S. 53.

140 *Whish*, in: O’Keeffe/Bavasso (Hrsg.), Judicial Review in European Law, S. 581 (584).

141 *Linder*, Kollektive Marktbeherrschung in der Fusionskontrolle, S. 51 f.

142 *Ezrachi/Stucke* (2020), Nw. J. Tech. & Intell. Prop. 2020 (17 (2)), 217 (218).

143 *Riesenkampff/Steinbarth*, in: Loewenheim/Meessen/Riesenkampff, Art. 2 FKVO, Rn. 138.

beeinflussen, da sie sich aufgrund der hohen Konzentration in einer Reaktionsverbundenheit mit ihren Wettbewerbern befinden (oligopolistische Interdependenzen).¹⁴⁴ Eine hohe Marktkonzentration kann es Unternehmen bei wiederholter Interaktion ermöglichen, kollusive Marktergebnisse zu erzielen, ohne dass es einer expliziten Koordinierungshandlung bedarf.¹⁴⁵ So kann das Verfolgen eigener gewinnmaximierender Strategien überwettbewerbliche Preise entsprechend einem Monopol oder einem Kartell zur Folge haben.¹⁴⁶ Die Europäische Kommission (im Folgenden Kommission) nennt in ihren Leitlinien für horizontale Zusammenschlüsse drei Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit eine entsprechende Koordinierung aufgrund oligopolistischer Interdependenzen nachhaltig Erfolg haben kann.¹⁴⁷ Demnach müssen die Oligopolisten in der Lage sein, ihre Wettbewerber zu überwachen, um auf Abweichungen von einem überwettbewerblichen Gleichgewichtspreis durch einen Wettbewerber schnell reagieren zu können (**Überwachung der Abweichungen**).¹⁴⁸ Darüber müssen die Wettbewerber harte Vergeltungsmaßnahmen im Falle eines kompetitiven Verhaltens befürchten, welche ein solches unattraktiv erscheinen lassen. Die an einer *tacit collusion* beteiligten Unternehmen müssen demzufolge einen umsetzbaren Abschreckungsmechanismus vorweisen können, mit dem Abweichungen von einem kollusiven Gleichgewicht bestraft werden (**Abschreckungsmechanismus**).¹⁴⁹ Abschließend bedarf es eines geringen Wettbewerbsdrucks von Seiten (potenzieller) Wettbewerber oder der Kundinnen, damit das kollusive Gleichgewicht auch tatsächlich vorteilhaft ist (**geringer Wettbewerbsdruck durch Außenstehende**).¹⁵⁰ Sind diese Bedingungen gegeben, können die oligopolistischen Interdependenzen dazu führen, dass aus der jeweils individuellen Entscheidung der einzelnen Unternehmen auf einen Preiswettbewerb zu verzichten, eine *tacit collusion* resultiert.

144 Mestmäcker/Schweitzer, Europäisches Wettbewerbsrecht, § 10 Rn. 49.

145 Green et al., in: Blair/Sokol (Hrsg.), Handbook of International Antitrust Economics, S. 464 (S. 465); Ewald, in: Handbuch des Kartellrechts, § 7 Grundzüge der Wettbewerbsök., § 7 Rn. 88.

146 OECD, Algorithms and Collusion, 2017, S. 19.

147 Europäische Kommission, Leitlinien zur Bewertung horizontaler Zusammenschlüsse, Rn. 40.

148 Europäische Kommission, Leitlinien zur Bewertung horizontaler Zusammenschlüsse, Rn. 49 ff.

149 Europäische Kommission, Leitlinien zur Bewertung horizontaler Zusammenschlüsse, Rn. 52 ff.

150 Europäische Kommission, Leitlinien zur Bewertung horizontaler Zusammenschlüsse, Rn. 56 ff.

cc) Das Tankstellen-Beispiel

Zum besseren Verständnis bezüglich des Auftretens einer *tacit collusion* dient das Tankstellen Beispiel von *Dennis W. Carlton, Robert H. Gertner* und *Andrew M. Rosenfield*.¹⁵¹ Ausgangspunkt ist ein Dorf, in dem es zwei sich gegenüberliegende Tankstellen gibt, die das homogene Gut Benzin anbieten. Die Bewohnerinnen und Bewohner fahren immer zu der Tankstelle, die das günstigere Benzin anbietet, wobei der aktuelle Preis jeweils gut sichtbar auf einer großen Preistafel an der Straße angezeigt ist. Sofern eine der beiden Tankstellen eine Preisänderung vornimmt, wird diese auch für seinen Wettbewerber sichtbar und erzwingt aufgrund der preissensiblen Kundschaft eine zeitnahe Reaktion. Um mit der gegenüberliegenden Tankstelle gleichzuziehen oder diese preislich zu unterbieten, würde der Wettbewerber seinen Preis ebenfalls senken. Dies hat zur Folge, dass es für keine der beiden Tankstellen vorteilhaft wäre, eine Reduzierung der Preise vorzunehmen, da der Wettbewerber unverzüglich nachziehen müsste. Dies antizipierend erkennen die Tankstellen, dass ein Preiswettbewerb sinnlos erscheint und sie mit einem höheren Preis auch höhere Gewinne realisieren.¹⁵² Entsprechend werden beide Tankstellen überwettbewerbliche Preise verlangen und die Nachfrage unter sich aufteilen.

b) Algorithmisches Zusammenwirken

Viele Wissenschaftlerinnen haben die Sorge geäußert, dass algorithmische Preissetzung die Gefahr des Auftretens einer *tacit collusion* erhöhen könnte.¹⁵³ So sieht die OECD in ihrem Bericht zu Algorithmen und Kollusion „eindeutig die Gefahr, dass die derzeitigen Veränderungen der Marktbedingungen wettbewerbsfeindliche Strategien wie Kollusionen und andere Marktmanipulationen erleichtern könnten“¹⁵⁴ und *Ezrachi* und *Stucke* befürchten sogar, algorithmische Preissetzung führe zu einer „*tacit collusion on steroids*“.¹⁵⁵

151 *Carlton et al.* (1997), 5 *George Mason Law Review* 1997, 423.

152 *Carlton et al.* (1997), 5 *George Mason Law Review* 1997, 423 (428).

153 Vgl. u.a. *Ezrachi/Stucke* (2020), *Nw. J. Tech. & Intell. Prop.* 2020 (17 (2)), 217 (225); *Salcedo* (2015), S. 5; *Calvano et al.* (2020), *Science* 370 (6520), 1040 (1042); *Käseberg/Kalben*, in: *Forschungsinstitut für Wirtschaftsverfassung und Wettbewerb* (Hrsg.), *Forschungsinstitut für Wirtschaftsverfassung und Wettbewerb* 2017, S. 183.

154 Aus dem Englischen übersetzt, siehe *OECD, Algorithms and Collusion*, 2017, S. 24.

155 *Ezrachi/Stucke* (2020), *Nw. J. Tech. & Intell. Prop.* 2020 (17 (2)), 217 (220).

Grund für die geäußerten Befürchtungen sind die Eigenschaften, welche Preisalgorithmen generell und die Preissetzungsalgorithmen im Besonderen mit sich bringen. Mit Hilfe von Preisalgorithmen können Unternehmen die Preise ihrer Wettbewerber „in Echtzeit“ beobachten und mittels Preissetzungsalgorithmen auf jegliche Veränderungen unmittelbar und automatisiert reagieren.¹⁵⁶ Dies erlaubt Unternehmen, die für eine Kollusion erforderliche schnelle Reaktion auf mögliche Abweichungen.

In einer Bußgeldentscheidung gegen vier Elektronikhersteller hat sich die Kommission bereits mit der wettbewerbsbeschränkenden Transparenzeigenschaft entsprechender Algorithmen auf vertikaler Ebene auseinandergesetzt.¹⁵⁷ Hier nutzten die Hersteller Preisalgorithmen, um die Einhaltung einer vertikalen Preisbindung zu überwachen. In ihrer Untersuchung stellte die Kommission fest, dass es „*internal software monitoring tools*“ ermöglichen, Händler zu identifizieren, die sich nicht an das gewünschte Preisniveau hielten.¹⁵⁸ In der Folge konnten diese unverzüglich kontaktiert und das Verhalten abgestellt werden. Aufgrund des Einsatzes von Preissetzungsalgorithmen auf Seiten der Händler, welche die Preise an die Konkurrenz anpassen, wirkte sich die Beschränkung der Preise eines Herstellers darüber hinaus auch flächendeckend auf ein höheres Preisniveau im gesamten Markt aus. So hätte das Vorgehen der vier Elektronikhersteller zu höheren Preisen bei Küchengeräten, Notebooks und vielem mehr geführt.¹⁵⁹

Darüber hinaus können die Algorithmen derart programmiert sein, dass eine Abweichung von einem suprakompetitiven Gleichgewicht in einer Bestrafung, zum Beispiel durch einen darauffolgenden „Preiskrieg“, resultieren würde. Besondere Glaubwürdigkeit in Bezug auf die drohende Sanktion kann dadurch verliehen werden, dass der Algorithmus ohne Verzögerung Abweichungen feststellen und bestrafen kann. Dadurch bleibt dem abweichenden Unternehmen wenig, bis hin zu gar keine Zeit, einen wettbewerblichen

156 Zimmer, in: Immenga/Mestmäcker, Wettbewerbsrecht - Band 1, Art. 101 I AEUV, Rn. 98.

157 Komm, Entsch. v. 24.7.2018, Fall AT.40465 (erhältlich in ABl. 2018 C 338/13), Rn. 27, *Asus*; Entsch. v. 24.2018, Fall AT.40469 (erhältlich in ABl. 2018 C 335/5), *Denon & Marantz*; Entsch. v. 24.7.2018, Fall AT.40181 (erhältlich in ABl. 2018/C 340/07), *Philips*; Entsch. v. 24.7.2018, Fall AT.40182 (erhältlich in ABl. 2018 C 338/19), *Pioneer*.

158 Komm, Entsch. v. 24.7.2018, Fall AT.40465 (erhältlich in ABl. 2018 C 338/13), Rn. 27, *Asus*.

159 Vgl. Europäische Kommission, Pressemitteilung vom 24.07.2018, Kartellrecht: Kommission verhängt Geldbußen gegen vier Elektronikhersteller wegen Festsetzung von Online-Wiederverkaufspreisen, abrufbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_18_4601 (zugegriffen am 22.11.2022).

Vorteil aus der Abweichung zu erlangen. Somit bieten die Algorithmen auch die Möglichkeit, ein glaubhaftes Bestrafungsszenario als Abschreckung anzuwenden.

Eine der größten Schwierigkeiten bei der Durchsetzung einer *tacit collusion* stellt die Koordinierung auf ein kollusives Gleichgewicht dar. Anders als bei einem expliziten Kartell, können sich die Wettbewerber nicht auf Parameter, wie einen einheitlichen Preis, vorab einigen. Vielmehr muss die Abstimmung hierbei über den Markt erfolgen. Zur Erklärung der Bereitschaft zur überwettbewerblichen Preissetzung und zur Überwindung des Koordinierungsproblems können allerdings Marktsignale versendet werden (*signalling*). Als Marktsignal wird „[j]ede Handlung eines Wettbewerbers, die einen direkten oder indirekten Hinweis auf seine Absichten, Motive, Ziele oder seine interne Situation gibt“ bezeichnet.¹⁶⁰ Unternehmen können durch das *signalling* Preiserhöhungen ankündigen und Wettbewerbern Orientierung bei der Koordinierung ermöglichen.¹⁶¹ Während *signalling* häufig in Bezug auf öffentliche Preisanmeldungen diskutiert wird, besteht auch die Möglichkeit mittels der Preissetzung auf dem Markt seine Absichten zu verdeutlichen.¹⁶² Unternehmen können ihren Konkurrenten durch die vorübergehende und einseitige Festlegung eines überwettbewerblichen Preises zum einen ihre Bereitschaft signalisieren, sich auf einen höheren Preis koordinieren zu wollen und zum anderen einen Orientierungspunkt für das kollusive Gleichgewicht liefern.¹⁶³

Signalling geht jedoch regelmäßig mit Umsatzeinbußen während der Phase der einseitigen überwettbewerblichen Preissetzung einher.¹⁶⁴ Der Einsatz von Preissetzalgorithmen kann diesen Prozess optimieren, indem der signalisierte Preis kürzer aufrechterhalten wird und zu einem Zeitpunkt gesetzt wird, zu dem eine niedrige Nachfrage prognostiziert ist, sodass mit geringeren Umsatzeinbußen zu rechnen wäre. Im Gegenzug können Preisalgorithmen die Signale der Wettbewerber leichter identifizieren, da sie den Markt ununterbrochen beobachten. Ein Beispiel für ein solches *signalling* auf realen Märkten könnte eine Untersuchung historischer Preisdaten auf der Plattform *Amazon Marketplace* durch das Nachrichtenformat *ZDF Wiso*

160 M. E. Porter, *Competitive Strategy*, S. 75.

161 Zimmer, in: Immenga/Mestmäcker, *Wettbewerbsrecht* - Band 2, § 1 *GWB*, Rn. 36.

162 C. König, in: *Künstliche Intelligenz und Robotik*, § 17, Rn. 54.

163 *Monopolkommission*, *Wettbewerb 2018*, Rn. 187 f.

164 C. König, in: *Künstliche Intelligenz und Robotik*, § 17, Rn. 21.

im Jahr 2015 liefern.¹⁶⁵ Im Wettbewerb um den Verkauf eines Pizzaofens auf der Plattform wechselt einer der Anbieter in kurzen Abständen immer wieder zwischen einem hohen und einem niedrigen Preis.¹⁶⁶ Der Autor vermutet hierbei „[die] Absicht, auch den Konkurrenten zu einem höheren Preis zu verleiten.“¹⁶⁷

Im Fall selbstlernender Algorithmen könnten die auf Gewinnmaximierung programmierten Systeme sogar selbständig Strategien erlernen und anwenden, um so zu suprakompetitiven Marktergebnissen zu gelangen. Es scheint nicht ausgeschlossen, dass Algorithmen mit zunehmender Erfahrung und den Vorteilen des *deep learnings* ganz neue und den bisherigen Strategien überlegene Ansätze zur Erzielung höherer Gewinne entwickeln. Da *deep learning* Algorithmen den Output mit Hilfe einer komplexen mehrschichtigen Verarbeitung der Rohdaten erzeugen, ließe sich der Entscheidungsprozess hin zu einem kollusiven Gleichgewicht auch nicht mehr vollständig nachvollziehen und überwachen.

Die mit algorithmischer Preissetzung einhergehenden aufgezeigten Vorteile auf Seiten der Unternehmen, bergen daher die Gefahr, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer *tacit collusion* erhöht wird.¹⁶⁸ Während das Auftreten einer stillschweigenden Koordinierung bisher als äußerst unwahrscheinlich galt,¹⁶⁹ könnte sich diese Einschätzung für digitale Märkte dank algorithmischer Preissetzung geändert haben. Somit ist denkbar, dass Preisalgorithmen die Interdependenzen oligopolistischer Märkte befördern und eine *tacit collusion* erleichtern. Dies könnte dazu führen, dass auf Märkten ein suprakompetitives Gleichgewicht stillschweigend erzielt wird, auf denen dies bisher aufgrund der Marktgegebenheiten schwierig bis gar nicht möglich gewesen ist.¹⁷⁰ Preissetzungsalgorithmen könnten so höhere Preise zu Lasten der Kundinnen auf der einen sowie der gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrt auf der anderen Seite mit sich bringen.

165 ZDF *Wiso* (Hrsg.), Preis€Wert – So dynamisch sind die Preise im Netz, 2016, abrufbar unter: <https://module.zdf.de/wiso-dynamische-preise-im-netz/> (zugegriffen am 22.1.2022).

166 Ähnliche Verhaltensweisen von Algorithmen auf der Plattform *bol.com* stellen fest: *Wieting/Sapi* (2021), S. 19 f.

167 ZDF *Wiso*, Preis€Wert – So dynamisch sind die Preise im Netz, 2016 (vgl. Fn. 165).

168 Vgl. Zimmer, in: Immenga/Mestmäcker, Wettbewerbsrecht - Band 1, Art. 101 I AEUV, Rn. 98 mit Verweis auf OECD, Algorithms and Collusion, 2017, S. 5.

169 Vgl. anstatt vieler Schwalbe (2018), JCLE 14 (4), 568 (570).

170 Vgl. *Ezrachi/Stucke* (2020), Nw. J. Tech. & Intell. Prop. 2020 (17 (2)), 217 (225).

2. Instrumente zur Kartelldurchsetzung, Sternkartelle und die selbstständige Absprache

a) Algorithmen zur Durchsetzung eines Kartells

Aufgrund des Kartellverbots ist die Absprache zwischen Wettbewerbern sowie die Durchführung wettbewerbsbeschränkender Maßnahmen (*explicit collusion*) mit einigen Risiken für die Kartellanten verbunden. Algorithmen können den Unternehmen dabei helfen, die Durchführung eines Kartells zu erleichtern, seine Stabilität zu erhöhen und zugleich die Gefahr einer Aufdeckung zu reduzieren.¹⁷¹ Für Unternehmen kann etwa eine Absprache mittels digitaler *Messenger*-Diensten erleichtert werden und darüber hinaus eine konsequente Überwachung der Durchsetzung einer getroffenen Kartellabsprache durch Preisalgorithmen sichergestellt werden. Nachdem sich Kartellanten auf ein kartellrechtswidriges Verhalten verständigt haben, könnten sich diese eines Algorithmus bedienen, um die Umsetzung der Vereinbarung zu erleichtern und die Einhaltung des absprachegemäßen Verhaltens zu kontrollieren. Entsprechend der Durchsetzung einer *tacit collusion* erhöhen die Algorithmen auch bei einer *explicit collusion* die Stabilität der Koordinierung, indem sie die Reaktionsmöglichkeiten befördern und glaubhafte Abschreckungsmechanismen ermöglichen. Der Algorithmus kann die eigenen Preise automatisch an die Preise der Wettbewerber anpassen und Abweichungen von der Vereinbarung feststellen und bestrafen.

Dieses Szenario entspricht dem Fall des zuvor erläuterten Poster-Kartells. Hierbei hatten sich die Kartellanten über den Preis der von ihnen angebotenen Plakate verständigt, aufgrund der hohen Zahl der angebotenen Poster aber Schwierigkeiten, die Kartellabsprache durchzusetzen. Ein Mitarbeiter beklagte in einem E-Mail Verkehr, dass es „logistisch schwierig werden wird, die Preisgestaltung täglich effektiv zu verfolgen“, weshalb er den Einsatz von „re-pricing [so]ftware“ in Betracht zog.¹⁷² Nach einiger Zeit, und nachdem sich beide Seiten darüber beklagten, dass die Absprache nicht funktioniere,¹⁷³ griffen die Kartellanten auf statische Preissetzungsalgorithmen zurück, um die getroffene Vereinbarung effektiv durchzusetzen und ihre Einhaltung zu

171 *Ezrachi/Stucke* (2017), *UILLRev* 2017 (1), 1775 (1784).

172 Aus dem Englischen übersetzt, siehe CMA, *Entsch. v. 12.8.2016, Case 50223, Rn. 3.62, Online Sales of Posters and Frames*.

173 CMA, *Entsch. v. 12.8.2016, Case 50223, Rn. 3.60, Online Sales of Posters and Frames*.

überwachen.¹⁷⁴ Die Algorithmen dienen in diesem Szenario als Hilfsmittel zur Durchführung einer Absprache und konnten dazu beitragen, die Stabilität des Kartells zu erhöhen und seine Aufdeckung zu erschweren.

b) Das Sternkartell (*hub-and-spoke*)

Ein weiteres Szenario zeigt die Mechanismen sogenannter *hub-and-spoke*-Fälle oder auch Sternkartellen auf. Hierbei dient ein Dritter als Vermittler zwischen den Wettbewerbern zur Durchsetzung eines überwettbewerblichen Gleichgewichts.¹⁷⁵ Die Koordinierung findet nicht direkt auf der horizontalen Ebene der Wettbewerbern statt, sondern erfolgt sternförmig mittels des Dritten über Eck.¹⁷⁶ Indem mehrere Wettbewerber Verträge mit demselben Partner schließen, können sie zu einem gleichförmigen Verhalten gelangen.¹⁷⁷ Der – regelmäßig im Vertikalverhältnis stehende – Dritte agiert entsprechend einer Nabe (*hub*), über den die Abstimmung des jeweils horizontalen Wettbewerbers entsprechend der Speiche eines Rades (*Spoke*) gesteuert wird.

In Bezug auf Preissetzungsalgorithmen besteht die Gefahr, dass Wettbewerber durch die Nutzung einer Preissetzungssoftware desselben Entwicklers zu einer koordinierten Preissetzung gelangen, ohne dass sie sich zuvor untereinander koordinieren mussten.¹⁷⁸ Zwar dürfte der Einsatz derselben Software aufgrund unterschiedlicher Produktionskosten und weiterer Unterscheidungen zwischen den Unternehmen häufig nicht zu einer Preisgleichheit führen, allerdings scheinen Fälle denkbar, in denen die gleichgeschaltete Strategie der Preissetzung Kollusion befördert.¹⁷⁹ Entwickler könnten beispielsweise Algorithmen mit der Maßgabe der Gewinnsteigerung für Unternehmen anbieten und diese so aufeinander abstimmen, dass sie beim gleichzeitigen Einsatz durch mehrere Wettbewerber zu einem kollusiven Vorgehen auf dem Markt führen.

Das *hub-and-spoke* Szenario wird darüber hinaus in Bezug auf digitale Plattformen und hier insbesondere die sogenannte *Sharing-Economy* disku-

174 CMA, Entsch. v. 12.8.2016, Case 50223, Rn. 3.68 ff., *Online Sales of Posters and Frames*.

175 *Ezrachi/Stucke* (2020), Nw. J. Tech. & Intell. Prop. 2020 (17 (2)), 217 (219).

176 *Wagner-von Papp*, in: MüKo, Wettbewerbsrecht - Band I, Art. 101 AEUV, Rn. 299.

177 *Kling/Thomas*, Kartellrecht, § 19, Rn. 123.

178 *Ezrachi/Stucke* (2017), UICLLRev 2017 (1), 1775 (1787 f.); siehe hierzu mit einem theoretischen Ansatz über die Anreizstrukturen zwischen Softwareanbieter und Wettbewerbern sowie den Auswirkungen auf die Verbraucher *Harrington* (2021).

179 C. König, in: Künstliche Intelligenz und Robotik, § 17, Rn. 46.

tiert. Leitbild der *Sharing-Economy* ist die gemeinsame Nutzung von Ressourcen. Hierunter verstanden werden Geschäftsmodelle, bei denen Plattformbetreiber insbesondere Transaktionen zwischen zwei Verbrauchern oder Unternehmen und Verbrauchern vermitteln.¹⁸⁰ Bekannte Beispiele sind die Plattformen *Uber*, *Airbnb* oder *BlaBlaCar*. Als Vermittler könnten die Plattformen die horizontalen Koordinierungen der Anbieter erleichtern. Insbesondere der Fall des Fahrdienstvermittlers *Uber* hat in diesem Zusammenhang Diskussionen hervorgerufen.¹⁸¹ Auf der Plattform bieten Anbieter eine Fahrdienstleistung an und nutzen hierfür denselben festgelegten Algorithmus zur Preissetzung. Der von *Uber* bereitgestellte Algorithmus passt die Preise dynamisch an die Marktgegebenheiten an. Indem die Fahrerinnen und Fahrer untereinander keinen Preiswettbewerb führen, könnten insbesondere zu Zeiten hoher Nachfrage deutlich überhöhte Preise entstehen.¹⁸²

c) Die selbstständige Absprache selbstlernender Algorithmen

Aufgrund rasanter Fortschritte im Bereich der Informatik und des *machine learnings* erscheint es darüber hinaus gegebenenfalls denkbar, dass Algorithmen mit Hilfe von AI-Systemen eigenständig miteinander kommunizieren und Absprachen treffen können.¹⁸³ Kommunikation ist ein entscheidender Faktor für die Stabilität und das Entstehen einer Kollusion.¹⁸⁴ Auch in der Forschung mit AI-Systemen zeigt sich, dass die Möglichkeit des Informationsaustausches ein koordiniertes Vorgehen in strategischen Situationen erleichtern kann.¹⁸⁵ Sofern Algorithmen zukünftig in der Lage wären, Informationen selbstständig auszutauschen, könnten möglicherweise Kartelle entstehen, bei denen die Absprache der Wettbewerber ausschließlich aufgrund

180 Puschmann/Alt, Bus Inf Syst Eng 58 (1) (2016), 93.

181 Siehe u.a. M. Anderson/Huffman (2017), CBLR (3), 859; Nowag (2016), Lund Student EU Law Review (3); Passaro (2018), Michigan Business & Entrepreneurial Law Review 7 (2), 259; Agarwal (2020), JECLAP II (1-2), 56; Rottmann/Göhsl (2019), WuW 2019 (7-8), 348.

182 Käseberg/Kalben (2018), WuW 2018, 2 (4); Rottmann/Göhsl (2019), WuW 2019 (7-8), 348; Passaro (2018), Michigan Business & Entrepreneurial Law Review 7 (2), 259; Nowag (2016), Lund Student EU Law Review (3); M. Anderson/Huffman (2017), CBLR (3), 859; Agarwal (2020), JECLAP II (1-2), 56; Monopolkommission, Wettbewerb 2018, Rn. 192 f.

183 Schwalbe (2018), JCLE 14 (4), 568 (594 ff.).

184 Vgl. Engel (2015), JELS 12 (3), 537 (555 f.).

185 Crandall et al. (2018), Nature Communications 9, 233.

der Entscheidung der Algorithmen erfolgen und durch diese durchgeführt werden würde.

Kartelle würden demnach ohne das Wissen und Wollen der Unternehmen entstehen. Aufgrund der ausgetauschten Informationen könnte die Kollusion eine hohe Stabilität aufweisen und langfristig suprakompetitive Gewinne hervorbringen. Auch wenn dies in diesem hypothetischen Szenario ohne den ausdrücklichen Willen des Unternehmens erfolgen würde, könnte die Folgen der Absprache – höhere Preise und höhere Gewinne – ein wünschenswertes Resultat für das Unternehmen darstellen. Voraussetzung für die Verständigung zwischen den Systemen wäre aber ein gemeinsames Kommunikationsprotokoll, über das der Austausch zwischen den Systemen erfolgen könnte.¹⁸⁶ Die große Herausforderung ist bisher allerdings die Koordination einer Vielzahl unterschiedlicher Systeme von unterschiedlichen Entwicklern.¹⁸⁷

V. Zwischenergebnis

Algorithmen können Anbieter sowie Nachfragern helfen, ihre Effizienz zu steigern und die Marktposition zu stärken. Insbesondere auf digitalen Märkten scheinen sich algorithmische Systeme und im speziellen Preisalgorithmen branchenübergreifend verbreitet zu haben. Preisempfehlungs- sowie Preissetzungsalgorithmen können Anbieter dabei helfen, Preissetzungsstrategien konsequent umzusetzen und auf Marktveränderungen direkt zu reagieren. Preissetzung mittels Algorithmen scheint hier vermehrt, jedoch nicht flächendeckend stattzufinden. Bei der Art der Preissetzungsalgorithmen kann zwischen statischen und selbstlernenden Algorithmen unterschieden werden. Die vorgestellten Erkenntnisse deuten darauf hin, dass bisher vorzugsweise statische und seltener selbstlernende Algorithmen eingesetzt wurden. Da Unternehmen den Code ihrer zur Preissetzung eingesetzten Algorithmen allerdings regelmäßig nicht veröffentlichen und die Entwicklung algorithmischer Systeme stetig voranschreitet, lässt sich eine abschließende Bewertung bezüglich der Art der zur Preissetzung eingesetzten Algorithmen nicht zuverlässig treffen. Es scheint wahrscheinlich, dass der Wettbewerb auf digitalen Märkten in den nächsten Jahren mit menschlichen Entscheidern sowie statischen, als auch selbstlernende Algorithmen geführt werden wird. Preisalgorithmen scheinen dabei vor allem zur dynamischen – das heißt an

186 Schwalbe (2018), JCLE 14 (4), 568 (594 f.).

187 Barrett et al. (2017), Artificial Intelligence 242, 132 (167).

bestimmten Marktparameter angepasst – Preissetzung eingesetzt zu werden. Individuelle Preisdiskriminierung (mit Hilfe algorithmischer Systeme) dürfte nach bisherigem Kenntnisstand nur wenig verbreitet sein.

In Bezug auf den vermehrten Einsatz von Preisalgorithmen ergeben sich wettbewerbliche Bedenken. Im wissenschaftlichen Diskurs wurden verschiedene Szenarien herausgearbeitet, bei denen algorithmische Preissetzung zur Behinderung des Wettbewerbs führt. In diesem Zusammenhang wird insbesondere die gesteigerte Gefahr einer *tacit collusion* diskutiert, indem Preissetzungsalgorithmen durch die Möglichkeit schneller Reaktionen und wirksamer Bestrafungen oligopolistische Interdependenzen verstärken und eine Absprache zur Erzielung suprakompetitiver Gewinne überflüssig machen könnten. Doch auch darüber hinaus sind Szenarien denkbar, in denen Algorithmen negative Auswirkungen entfalten. So könnten Algorithmen Absprachen der Wettbewerber erleichtern und die Durchführung einer Kartellabsprache befördern. Des Weiteren könnte der parallele Einsatz von Algorithmen desselben Softwareentwicklers oder ein von einer Plattform vorgegebener Algorithmus zu einer Koordinierung entsprechend eines *hub-and-spoke* Szenarios führen. Nicht vollständig ausgeschlossen scheint darüber hinaus zu sein, dass die weitere Entwicklung der Technik dazu führen wird, dass *deep learning* Algorithmen selbstständig und ohne das Wissen der Unternehmen Absprachen treffen und hierdurch Kartellgewinne erwirtschaften.