

Henning Vöpel\*

## Wie künstliche Intelligenz die Ordnung der Wirtschaft revolutioniert

Seit jeher ist es ein Menschheitstraum gewesen, die natürlichen Grenzen des Menschen zu überwinden, einen Deus ex Machina zu erschaffen. Die Fantasien künstlicher Intelligenz (KI) finden in der Kulturgeschichte sehr unterschiedliche Ausprägungen und Darstellungen. Sie reichen von Utopien des materiellen Reichtums und ewigen Lebens bis hin zu Dystopien der Unterjochung des Menschen durch übernatürliche und in diesem Sinne künstliche Intelligenz.

In der Wissenschaft befasst man sich seit den 1960er Jahren ernsthafter mit dem Thema. Die anfängliche Euphorie wich zunächst einer Ernüchterung. Zu gering waren Rechenleistungen und Speicherkapazitäten, um künstliche Intelligenz praktisch einzusetzen. Dies hat sich inzwischen geändert. Durch einen technologischen Sprung sind wir heute in der Lage, massenhaft Daten (Big Data) zu erheben, zu speichern und über Algorithmen intelligent miteinander zu verknüpfen. Es ist also kein Zufall, dass das Thema künstliche Intelligenz wieder ganz oben auf der Agenda der Wissenschaft steht, aber auch die Wirtschaft sich für praktische Anwendungsmöglichkeiten interessiert. Jenseits der vielfältigen Anwendungsfälle aber wird künstliche Intelligenz die Ordnung der Wirtschaft revolutionieren und gravierende ethische, regulatorische und gesellschaftliche Fragen aufwerfen, die wir heute noch nicht vollständig verstehen.

### Künstliche Intelligenz ist ein blindes Superhirn

Wenn heute von künstlicher Intelligenz gesprochen wird, sind zum Teil sehr unterschiedliche Formen gemeint, gelegentlich wird allgemeiner von kognitiven Systemen gesprochen. Künstliche Intelligenz bedeutet, dass Computer und Maschinen kognitive Fähigkeiten wie „Lernen“ und „Problemlösen“ entwickeln und in diesem Sinne in der Lage sind, autonom zu agieren. Als Narrow (Weak) Artificial Intelligence bezeichnet man die Möglichkeit, definierte und strukturierte Prozesse durch künstliche Intelligenz

zu steuern. Der Vorteil liegt darin, dass diese Prozesse schneller, präziser und weniger fehleranfällig ausgeführt werden. Unter Broad (Strong) Artificial Intelligence versteht man, dass künstliche Intelligenz ein autonomes Verhalten ausprägt, das darüber hinaus in der Lage ist, selbst zu lernen und sich so eigenständig weiterzuentwickeln. Unterformen sind das Machine Learning und das Deep Learning. Eine gewisse Entkoppelung von menschlicher Intelligenz bzw. eine Art Co-Evolution ermöglicht das Unsupervised Learning, das aus unstrukturierten Daten selbständig Muster erkennt. Die Nachbildung neuronaler Strukturen bis hin zur Entwicklung eines künstlichen Bewusstseins im Sinne von Selbstreflexion und ideengeleiteter Kreativität sind jedoch auch heute noch relativ weit weg. Kreative und kontextsensitive Fähigkeiten bleiben auf Zeit gesehen weiterhin menschliche Begabungen. Die Entwicklung künstlicher Intelligenz basiert nicht allein auf mathematischer Logik und Informationstechnologie. Auch Neurowissenschaften, Psychologie oder Linguistik sind beteiligt.

Eine zentrale Bedeutung in der Anwendung und Entwicklung von KI kommt den Daten zu. Ohne Big Data gäbe es kaum Anwendungen von KI. Umgekehrt ist Big Data ohne KI nutzlos, denn es blieben große Mengen bloßer Daten, aus denen sich keine Muster erkennen und Entscheidungen ableiten ließen. Daten weisen die ökonomische Besonderheit auf, dass der Wert eines einzelnen Datensatzes praktisch null ist und erst die Kombination möglichst vieler Daten über Netzwerkeffekte den ökonomischen Wert erzeugt. Erst KI macht aus „Big Data“ „Smart Data“. Gleichzeitig muss in diesem Zusammenhang auch auf die Gefahr eines Confirmation Bias hingewiesen werden: Einmal identifizierte Zusammenhänge – auch fälschlich angenommene – werden repliziert und bestätigen sich selbst. Eine entscheidende Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Data Science zu. Sie extrahiert aus Daten Wissen, das zur Entwicklung von Algorithmen genutzt wird, die wiederum eine logische Auswertungsvorschrift und Entscheidungsanweisung enthalten, die den Umgang mit Daten autonom steuern. Daten wiederum sind gleichzeitig die Grundlage für ein permanentes Bayes'sches Updating der Algorithmen durch ein Reinforced Learning.

\* Dieser Artikel basiert auf der Studie von HWWI und Ernst & Young, vgl. J. Schneider, M. Weis, H. Vöpel: Künstliche Intelligenz und die Neuordnung der Wirtschaft, 2018.

Prof. Dr. Henning Vöpel ist Direktor des Hamburgischen WeltWirtschaftsinstituts (HWWI).

### KI ist der Schlüssel zur Wertschöpfung aus Daten

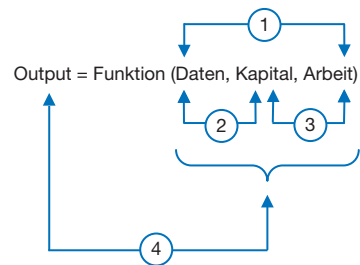
Digitalisierung lässt sich als die technologische Möglichkeit beschreiben, die in Daten liegende Wertschöpfung ökonomisch zu nutzen. Hierfür künstliche Intelligenz einzusetzen, um Muster in Daten zu erkennen, Prozesse zu steuern, Entscheidungen zu treffen und aus neuen Daten zu lernen, ist neben den Daten selbst der wesentliche Schlüssel der Digitalisierung. Die Dekomposition von „Wissen“ zeigt, wie Daten zur ökonomischen Wertschöpfung eingesetzt werden können und wie KI dieses Wertschöpfungspotenzial hebt. Die Ökonomisierung von KI besteht im Kern darin, dass sie schneller und systematischer, also effizienter als Menschen mit großen, auch unstrukturierten Datenmengen umgehen kann. Technologisch wird der Mehrwert der Daten durch KI erst zugänglich bzw. die Realisation des Mehrwerts ökonomisch rentabel. Durch den Einsatz von KI lassen sich Produktionskosten reduzieren, weil Prozesse schneller, präziser und zuverlässiger gesteuert werden können. Durch den Einsatz von KI entstehen neue Produkte, insbesondere im Bereich von Predictive und Contextualized Services. Schließlich können neues Wissen und Innovationen systematisch erzeugt werden. KI stellt somit eine Möglichkeit dar, den Wachstums- und Innovationsprozess zu endogenisieren, was gelegentlich mit dem Begriff der Singularität umschrieben wird. KI ist ökonomisch somit keine Fortsetzung der industriellen Automatisierung mit anderen Mitteln, sondern ein qualitativer Sprung in die Autonomisierung von Prozessen und Entscheidungen.

### KI macht Daten zum dritten Produktionsfaktor

Der einfachste gedankliche Ansatz zur Darstellung der ökonomischen Verwendung von Technologien ist die „Produktionsfunktion“, die eine Vorschrift zur technologisch möglichen und ökonomisch effizienten Kombination von Ressourcen enthält. Makroökonomisch lässt sich die Entwicklung der Wirtschaft durch die Evolution der Produktionsfunktion darstellen. Sie reicht von der Agrarwirtschaft über die Industriegesellschaft bis hin zur künftigen Datenwirtschaft. KI lässt sich in diesem Sinne als Erweiterung der technologischen Möglichkeiten verstehen, knappe Ressourcen miteinander zu kombinieren, um mehr und auch neuen Output zu produzieren. Daten erscheinen dadurch als eigenständiger Produktionsfaktor in der Produktionsfunktion neben Kapital und Arbeit. Dadurch verändert sich zugleich das Substitutionsverhältnis der Produktionsfaktoren untereinander und somit die funktionale Verteilung der Einkommen auf Daten, Kapital und Arbeit (vgl. Abbildung 1). So wie in der Agrarwirtschaft dem Faktor Boden die ökonomische Rente zufiel, gewann der Faktor Kapital im Industriekapitalismus Marktmacht gegenüber dem Faktor Arbeit. KI wird das

Abbildung 1

### Vier Wirkungszusammenhänge durch das Hinzufügen von Daten zur Produktionsfunktion



- (1) KI substituiert Arbeit durch Daten → Spezialisierungsgrad von Arbeit sinkt
- (2) KI macht Daten zum intangiblen Asset → Skaleneffekte der Produktion werden geringer
- (3) KI verändert das Verhältnis von Kapital zu Arbeit → Kapitallose Disruption
- (4) KI schafft neue Produkte → Diagonale Plattformen statt vertikale Wertschöpfungsketten

Quelle: J. Schneider, M. Weis, H. Vöpel: Künstliche Intelligenz und die Neuordnung der Wirtschaft, 2018.

Verhältnis zwischen Daten, Kapital und Arbeit nun wieder völlig neu definieren.

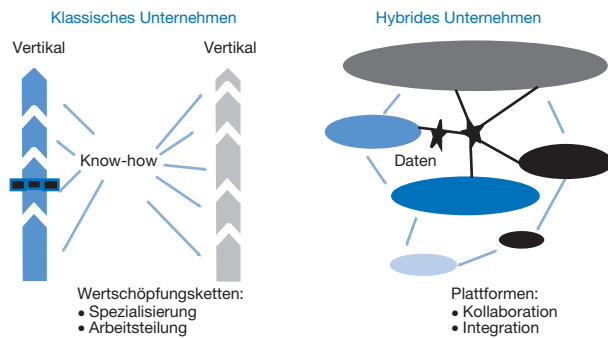
### KI substituiert spezialisierte Arbeit durch daten-basierte Algorithmen

KI erhöht die Substituierbarkeit von hochqualifizierter Arbeit und spezialisiertem Humankapital. Wissen und Erfahrung sind nicht mehr in Personen gebunden und benötigen keine vorausgehende Ausbildung mehr. KI wird damit zu ungebundenem Wissen, das in Form von lernenden Algorithmen alle Kompetenz und Erfahrung abbildet und transferierbar macht. Gebundenes Humankapital dagegen setzt Ausbildung und einen individuellen Lernprozess immer voraus. Beides verursacht Kosten, die sich durch die später realisierten Spezialisierungsvorteile refinanzieren sollen. Spezialisierung ist kein naturgegebenen Wunsch des Menschen, sondern ein ökonomisches (Investitions-)Kalkül. KI kann nun alles Wissen und alle Erfahrung ohne nennenswerte Spezialisierungskosten heben und zusammenführen. Die qualifikatorische Lohnprämie für spezialisierte Arbeit wird geringer, da KI immer mehr auch kognitive und nicht-routinemäßige Tätigkeiten ausführen wird. Es droht langfristig keine Massenarbeitslosigkeit durch den Einsatz von KI, aber Ausbildungskalkül und Tätigkeitsprofil von Berufsbildern werden sich massiv verändern.

### KI kombiniert Kapital mit Daten

Neben den tangiblen Assets wie Maschinen und Fabriken tritt mit den Daten ein intangibles und replizierbares Asset hinzu. Die Nutzung der Daten weist Nicht-Rivalität auf und ermöglicht cross-funktionale Wertschöpfung. Die Logik der industriellen Produktion beruht vor allem auf der

**Abbildung 2**  
**KI-Ordnung: von vertikalen Wertschöpfungsketten zu diagonalen Datenarchitekturen**



Quelle: J. Schneider, M. Weis, H. Vöpel: Künstliche Intelligenz und die Neuordnung der Wirtschaft, 2018.

Realisation von Spezialisierungsvorteilen und Skaleneffekten und resultiert in arbeitsteiligen und standardisierten Wertschöpfungsketten. Diese Form der Produktion hat es erlaubt, technischen Fortschritt beständig in einen höheren Automatisierungsgrad zu übersetzen. Die Folge waren Skaleneffekte, denn die Fixkosten und dadurch die Kapitalkosten eines Unternehmens wurden mit der Spezialisierung immer größer, die variablen Kosten der Massenproduktion immer geringer. Die ökonomische Rente fällt jedoch in Zukunft mehr den Daten als dem Kapital zu, das als Produktionsfaktor weniger spezifisch sein wird. Dadurch sinken die Kapitalkosten. Mittelfristig könnte KI somit als wenig intuitiven Effekt im Sinne der Kapital- und Produktionsumwegtheorie von Böhm-Bawerk den Zinssatz und somit das Kapitaleinkommen reduzieren. Dieser Übergang bedeutet nicht weniger als die Ablösung des Industriekapitalismus durch den Datenkapitalismus. So wie im Industriekapitalismus das Kapital die Arbeit beschäftigt hat, werden im Datenkapitalismus die Daten das Kapital beherrschen, weil sie die ökonomischen Renten abschöpfen wie der Faktor Boden in der Agrarwirtschaft und das Kapital in der Industrialisierung.<sup>1</sup>

**KI definiert das Verhältnis zwischen Kapital und Arbeit neu**

Durch die Hinzunahme von Daten als Produktionsfaktor durch KI verändert sich auch das Verhältnis zwischen Kapital und Arbeit. Für bestimmte, überwiegend weniger qualifizierte Arbeit wird das Verhältnis gegenüber Kapital geschwächt, d.h. die Arbeitsintensität sinkt, wie z. B. im Transportsektor, wo zwar weiterhin Kapital, aber kaum noch Arbeit benötigt wird. Umgekehrt wird der Markteintritt neuer Wettbewerber ohne Kapital deutlich leichter,

1 Vgl. G. Dow: Why Capital Hires Labor: A Bargaining Perspective, in: American Economic Review, 83. Jg. (1993), H. 1, S. 118-134; und J. Haskel, S. Westlake: Capitalism without Capital, Princeton 2017.

da die Nutzung der Daten nicht von Kapital abhängt. Beispiele sind hier Hotel- oder Taxivermittlungsplattformen. Das Know-how des Kapitals wird gegenüber dem Know-what und dem Know-when der Daten weniger bedeutsam. Durch den schnellen und weitgehend kapitallosen Markteintritt werden Marktein- und -austrittsbarrieren gesenkt, was die Bestreitbarkeit von Märkten gegenüber den skalierbaren Netzwerkeffekten von Plattformen erhöht. Insgesamt führt die in einigen Bereichen steigende, in anderen Bereichen sinkende Abhängigkeit der Arbeit von Kapital zu einer ungleichmäßigeren Einkommensverteilung beim Faktor Arbeit.

**KI ersetzt die industrielle durch die digitale Ordnung**

Die technologischen Veränderungen in der Produktionsfunktion ziehen fundamentale Veränderungen in der industriellen Organisation von Branchen und Unternehmen nach sich. Die vertikale Branchenstruktur wird einer diagonalen Plattformstruktur und Datenarchitektur weichen. In diesem Zuge werden sich Unternehmen von spezialisierten Produktionseinheiten in hybride und offene Kollaborationen wandeln. Das Wertschöpfungspotenzial zwischen Unternehmen und Branchen wird größer sein als jenes innerhalb von Branchen und Unternehmen. Wertschöpfungsketten sind geprägt durch Schnittstellen. Sie markieren den optimalen Ausgleich zwischen arbeitsteiliger Spezialisierung und organisationalen Synergien innerhalb von Unternehmen. KI wird gerade an den Schnittstellen, also den Übergängen zwischen spezialisierten Kompetenzen vertikale Integration ermöglichen (vgl. Abbildung 2).

**KI wird zur ethischen, regulatorischen und geopolitischen Schlüsselfrage**

Die Revolution der ökonomischen Ordnung in der Datenökonomie durch KI erfordert einen Umbau der Gesellschaft insgesamt. Das betrifft die digitale Ethik, das Wettbewerbsrecht ebenso wie Bildung, Arbeitsmarkt und Sozialstaat. Darüber hinaus sind die Entwicklung, Beherrschung und Anwendung von künstlicher Intelligenz längst zu einer geopolitischen Machtfrage geworden, zu einem War on Big Tech, wie The Economist unlängst titelte. Sogar die Frage nach der Interdependenz der Ordnungen von Marktwirtschaft und Demokratie wird im Zusammenhang mit KI aufgeworfen. Vor diesem Hintergrund ist die Entwicklung einer holistischen KI-Strategie, die Fragen der Datensouveränität, der Ethik und Regulatorik einschließt, geboten. Für die deutsche Wirtschaft, die wie kaum eine andere in definierte und abgegrenzte Prozesse zerlegt und somit prädestiniert für die Einführung von KI ist, wird KI zu der vielleicht entscheidenden Frage von Wohlstand und Wettbewerbsfähigkeit.