

# Bewertung der deutschen KI-Strategie

---

Teil 3



## Impressum

### Herausgeberin

Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. 2019, Sankt Augustin/Berlin

### Autoren

Olaf Groth, Gründer und Managing Partner von Cambrian Group  
Tobias Straube, Principal bei Cambrian Group

Cambrian LLC, 2381 Eunice Street, Berkeley CA 94708-1644, United States

[www.cambrian.ai](http://www.cambrian.ai)

Twitter: @AICambrian

### Redaktion und Ansprechpartner in der Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.

Sebastian Weise

Referent für Globale Innovationspolitik	Post: 10907 Berlin
Büro: Klingelhöferstraße 23	T +49 30 / 269 96-3516
10785 Berlin	F +49 30 / 269 96-3551

Umschlagfoto: © ABIDAL/sarah5/yongyuan (istockphoto by Getty Images)

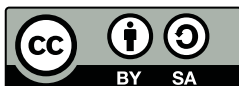
Kapiteleinstieg: © Fabio Testa (unsplash)

Gestaltung und Satz: yellow too Pasiek Horntrich GbR

Die Printausgabe wurde bei der Druckerei Kern GmbH, Bexbach, klimaneutral produziert und auf FSC-zertifiziertem Papier gedruckt.

Printed in Germany.

Gedruckt mit finanzieller Unterstützung der Bundesrepublik Deutschland.



Diese Publikation ist lizenziert unter den Bedingungen von „Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 international“, CC BY-SA 4.0 (abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>).

ISBN 978-3-95721-526-0

# Bewertung der deutschen KI-Strategie

---

## Teil 3

Olaf Groth,  
Gründer und Managing Partner von Cambrian Group

Tobias Straube,  
Principal bei Cambrian Group



# Inhaltsverzeichnis

---

Hintergrund und Definition	4
Cambrian KI Index © als Kontext für Deutschland	5
Zusammenfassung und Bewertung	6
Deutschland	9
I.) Einleitung .....	9
II.) Voraussetzungen für KI .....	10
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen .....	12
IV.) Forschung und Entwicklung .....	15
V.) Kommerzialisierung .....	21
Methodologie Cambrian KI Index ©	26
Literaturnachweis	35
Autoren	39

# Hintergrund und Definition

## Künstliche Intelligenz: rasante Entwicklungen und Entwürfe erster KI-Rahmenkonzepte.

Die Bundesregierung veröffentlichte im Juli 2018 ein Eckpunktepapier für die deutsche Strategie zur Künstlichen Intelligenz (KI) und erkennt darin an: „Künstliche Intelligenz hat in den letzten Jahren eine neue Reifephase erreicht und entwickelt sich zum Treiber der Digitalisierung und autonomer Systeme in allen Lebensbereichen.“<sup>1</sup> Deshalb seien Staat, Gesellschaft, Wirtschaft, Verwaltung, und Wissenschaft dazu angehalten, sich intensiv mit Künstlicher Intelligenz zu beschäftigen und sich deren Chancen und Risiken zu stellen.

Die umfassende deutsche KI-Strategie wurde auf dem Digitalgipfel im Dezember 2018 präsentiert. Damit schließt Deutschland auf zu einer Vielzahl an Ländern, die in den letzten Jahren umfangreiche KI-Strategiefindungsprozesse in die Wege leiteten.<sup>2</sup>

Motiviert sind diese Strategien durch teils spektakuläre Fortschritte in Forschung und Anwendung von KI-Systemen, basierend auf Techniken maschinellen Lernens (ML) sowie der Subdisziplin des Deep Learning (DL) und dessen vielfältigen Ausprägungen neuronaler Netze. Die globale Relevanz von KI-Technologien zeigt sich ebenso an der stetigen Präsenz des Themas auf der internationalen Agenda.

Die Rolle der Künstlichen Intelligenz als potenzielle Schlüsseltechnologie dystopischer Zukunftsentwürfe, gesellschaftlicher Kontrolle, und autokratischer Weltmachtfantasien findet zudem vermehrt Eingang in die öffentliche Debatte. Nachdem in den zwei vorangegangenen Studien ein vergleichender Überblick über die KI-Strategien wichtiger Volkswirtschaften vorgelegt wurde, wird in diesem, die Reihe abschließenden, Teil die deutsche KI-Strategie im internationalen Vergleich analysiert.

### Für die Begrifflichkeit legen wir folgende Definition zugrunde:

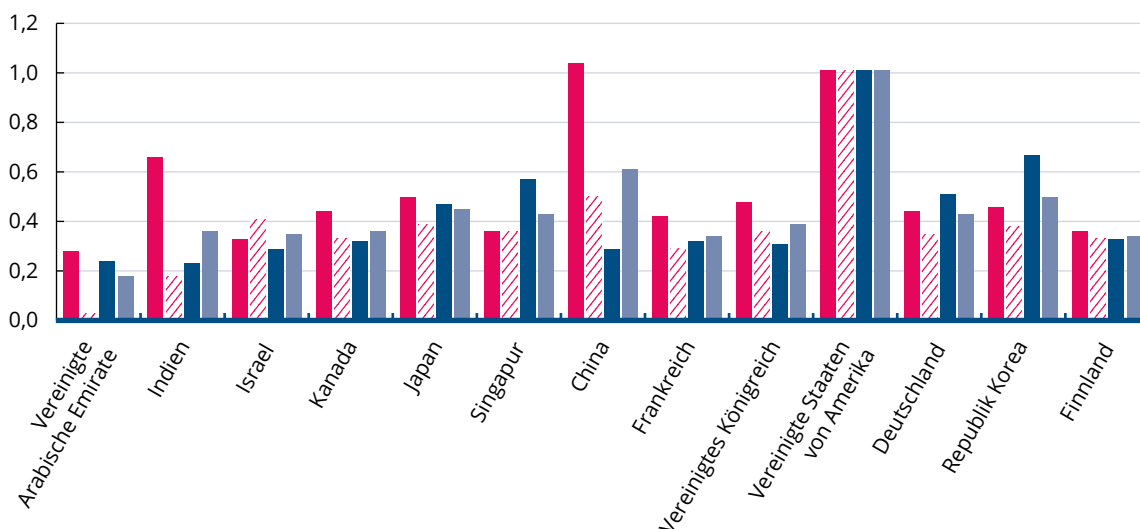
„Im weitesten Sinne ist künstliche Intelligenz die Fähigkeit von Maschinen zu lernen, zu denken, zu planen und wahrzunehmen; die primären Eigenschaften, die wir mit der menschlichen Kognition identifizieren. Diese Fähigkeit wird durch digitale Technologien, oder digital-physische Hybrid-Technologien, die die menschlichen kognitiven und physischen Funktion nachahmen, erzielt. Dazu verarbeiten KI-Systeme nicht nur Daten, sie erkennen Muster, ziehen daraus Schlussfolgerungen, und werden mit der Zeit intelligenter. Ihre Fähigkeit, neu entwickelte Fertigkeiten anzunehmen und zu verfeinern, hat sich seit der Jahrhundertwende deutlich verbessert. Das heißt auch, dass das was als KI bezeichnet wird, sich mit jedem größeren technologischen Durchbruch ändert, und die Definition somit periodisch angepasst werden muss.“

- 1 Vgl. Deutsche Bundesregierung, Eckpunkte der Bundesregierung für eine Strategie Künstliche Intelligenz (Juli 2018), [https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte\\_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf](https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf).
- 2 Siehe dazu etwa die Übersichten von der OEZE, <http://www.oecd.org/going-digital/ai/initiatives-worldwide/>, Future of Life Institute, <https://futureoflife.org/ai-policy/>, dem Smart Data Forum, <https://smartdataforum.de/en/services/international-networking/international-ai-strategies/>, Charlotte Stix, <https://www.charlottestix.com/ai-policy-resources>, und Tim Dutton, <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>, alle zuletzt abgerufen am 17.09.2018.

# Cambrian KI Index © als Kontext für Deutschland

Im Zuge der Analyse in Teil 1 und 2 der Studie „Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz“ wurden zwölf Länder (USA, China, Großbritannien, Frankreich, Finnland, Südkorea, Kanada, Israel, Japan, Vereinigte Arabische Emirate, Singapur und Indien) entlang von Indikatoren bewertet, die im Zusammenhang mit den Voraussetzungen eines Landes, der Forschung und Entwicklung sowie der Kommerzialisierung von KI stehen. Um diese Indikatoren zu

integrieren und die KI-Position eines Landes zu bestimmen, wurde der *Cambrian KI Index* © entwickelt. Der Index ist durch Proxy-Messungen begrenzt, für die zuverlässige und vergleichbare Daten in diesem frühen Stadium der KI-Applikation verfügbar sind (siehe Kapitel: Methodologie Cambrian KI Index). Eine Gewichtung der Daten ist nicht erfolgt. Als Referenzland des Index dienen die USA, die weltweite KI-Führungsnation.



# Zusammenfassung und Bewertung

---

Die deutsche Strategie zur Förderung von Künstlicher Intelligenz (KI) wurde im Dezember 2018 auf dem Digitalgipfel der Bundesregierung offiziell vorgestellt. Die deutsche Strategie baut auf der Stärke der deutschen Wissenschaft insbesondere im Bereich der Grundlagenforschung auf. Diese Stärke soll weiter ausgebaut werden und um einen verbesserten Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Wirtschaft ergänzt werden. Neben diesen Schwerpunkten formuliert die deutsche KI-Strategie auch den Anspruch, die deutsche Wertschöpfung im Bereich KI global zu integrieren und das kommende KI-Zeitalter entlang ethischer Gesichtspunkte zu gestalten.

Bisher verhindert die mangelnde Durchlässigkeit zwischen Wissenschaft und Privatwirtschaft die skalierte Übersetzung der Forschung in kommerzielle Anwendungen. Unter anderem fehlt es an globalen Plattform-Unternehmen der Digitalwirtschaft (Ausnahme: SAP), die Innovationen über ethische Geschäftsmodelle weltweit skalieren könnten. Ein Fokus auf Industrie 4.0 wird nicht ausreichen, um auf globaler Ebene Gestaltungs- und Wirkungsmacht in der gesamten Breite des Feldes zu erlangen. Jenseits der Wirtschaft wird in Zukunft die Gesellschaft insgesamt von KI stärker durchdrungen und damit der Fähigkeit, Daten zu bündeln, zu bereinigen, zu analysieren und Schlüsse aus Daten zu ziehen. Konsequenterweise setzt daher etwa Japan auf das Model einer *Society 5.0*.

Die geplanten Maßnahmen der deutschen KI-Strategie sind vielschichtiger als die vieler anderer Länder. Die geplanten finanziellen Aufwendungen Deutschlands übertreffen außerdem, die Investitionen anderer europäischer Länder, wie etwa Frankreich oder Großbritannien. Im internationalen Vergleich muss jedoch konstatiert werden, dass Deutschland mit der umfassenden Förderung von KI spät dran ist. Das zeigt sich zum

einen durch den Vorsprung, den sich neben den USA und China auch andere Länder, wie Israel oder Kanada, mit einer gezielten Förderung von KI, allen voran in dem sog. B2C Bereich erarbeiten konnten. Zum anderen wird dies durch die mahnenden Worte aus Wissenschaft und Wirtschaft deutlich, die ebenso die Dringlichkeit einer entschlossenen KI-Förderung durch die Bundesregierung und die Europäische Union anmahnen, wenn das volle Potenzial von KI im Sinne deutscher und europäischer Werte erschlossen werden soll.<sup>3</sup> Der Aufbau einer digital kompetenten und mündigen Zivilgesellschaft, die Sicherung der Leistungsfähigkeit der deutschen KI-Forschungslandschaft sowie die breitgefächerte Anwendung neuer Technologien braucht Zeit ebenso wie das Experimentieren mit neuen Modellen.

Ob Deutschland im internationalen Wettkampf um Talente, Datenpools und Rechenleistung mithalten kann, wird insofern auch nicht allein durch die finanzielle Frage entschieden, ob die in der Strategie vorgesehenen 500 Mio. Euro pro Jahr bis 2025 ausreichen. Allein die chinesische Stadt Tijan plant für die Förderung von KI-Ausgaben in Höhe von 12,8 Mrd. Euro und das chinesische Unternehmen Alibaba hat sogar bis zu 16 Mrd. Euro vorgesehen. Vielmehr wird ausschlaggebend sein, wie offen und konstruktiv kritisch alle Teile der Gesellschaft den Potenzialen und Risiken der künstlichen Intelligenz gegenüberstehen. Denn nur wenn die KI-Strategie einen ähnlichen gesellschaftlichen Funken entfacht – wie das Apollo Programm in den 60er und 70ern in den USA – und Menschen zum forschen und gründen anregt, kann Deutschland auch künftig das kognitive Zeitalter mitgestalten. Dafür darf die Bundesregierung nicht nur die Eliten aus Wirtschaft und Wissenschaft in die Umsetzung der Strategie einbeziehen, sondern muss auch angehende Gründer, Schulen und Vertreter der Zivilgesellschaft berücksichtigen. Eine Kommunikationskampagne,



wie sie aktuell in der Strategie geplant ist, ist richtig und notwendig, sollte aber zugleich durch gesellschaftlich sinnstiftende Vorzeigeprojekte untermauert werden. Die hierfür in der Strategie vorgesehenen Leuchtturmprojekte im Bereich Klimawandel sind hierbei ein guter Anfang und sollten ebenso in andere Bereiche übertragen werden. Leuchtturmprojekte wären etwa im Gesundheitsbereich vielversprechend. Gerade in diesem Bereich lägen Potenziale für eine stärkere transatlantische Kooperation. Verfolgen die USA etwa mit der *BRAIN Initiative*, einer öffentlich-privatwirtschaftlichen Partnerschaft, das Ziel innovative Neurotechnologie zu fördern.

Um die Umsetzung der deutschen KI-Strategie effektiv zu gestalten und Deutschland als eine der führenden KI-Nationen zu etablieren, werden darüber hinaus 14 Handlungsempfehlungen vorgeschlagen. Diese sind keine Kritik an der Strategie, sondern Maßnahmen die explizit auf der deutschen KI-Strategie aufbauen und bestehende Ansätze ergänzen bzw. konkretisieren sollen:

- 1) **Schaffung von kommerziellen Anreizen für die Bereitstellung von Daten und Einrichtung von Datenaustauschprotokollen**, um die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Daten unter Einhaltung hoher Sicherheitsstandards zu gewährleisten. Ein Schwerpunkt sollte hierbei auf die Förderung unternehmensübergreifender Datenpools im Mittelstand gelegt werden, welche eine anwendungsorientierte KI-Entwicklung für das Rückgrat der deutschen Wirtschaft unterstützt.
- 2) **Investitionen in die Entwicklung und Kommerzialisierung von CPU, GPU, TPU und Quantum Computing basierter Rechenleistung tätigen**, etwa in Zusammenarbeit mit europäischen (Vorbild: CERN) und amerikanischen Partnern, oder den japanischen und koreanischen Halbleiterherstellern.
- 3) **Ausbau der Weiterbildungsangebote zu KI priorisieren**. Die Gesellschaft muss sich in Digitalkunde (*digital literacy*) und Datenwissenschaft (*data science*) fortbilden können. Am besten schon an den Schulen, später über Bildungsgutscheine für Angebote an Volks- und Fachhochschulen, Universitäten und privaten Weiterbildungsinstituten.
- 4) **Sicherheitspolitik als KI-Anwendungsfeld in der Strategie berücksichtigen und integrieren**. Die KI-Strategie der Bundesregierung weist im Unterschied zu beispielsweise den USA oder Russland keine Bezüge zur Sicherheitspolitik auf. Vor dem Hintergrund der Gefahren, die von KI-gestützten Cyber-Attacks ausgehen oder den Risiken der militärischen Anwendung von KI bei letalen autonomen Waffensystemen, gilt es diese Lücke zu schließen.
- 5) **Einrichtung einer zentralen und digital-kompetenten Steuerungsstruktur in Form eines Digitalministeriums**, welches die Umsetzung der Strategie und die damit verbundenen Initiativen der verschiedenen Ministerien bündeln, koordinieren und wo notwendig steuern kann.
- 6) **Globale Netzwerke mit Entwicklungs- und Schwellenländern stärken**. Durch kultursensible und lokalangepasste KI-Förderungsansätze, kann Deutschland Entwicklungs- und Schwellenländer im Feld KI unterstützen und die Potenziale einer ethisch-reflektierten *KI made in Germany/Europe* für aufstrebenden Ländern zugänglich machen.
- 7) **Unterstützung einer „Digitalen Magna Carta“**, die über KI-Observatorien und eine Kooperation mit UN, G7 und G20 hinausgeht und die über einen neuen KI-getriebenen Konsens-Mechanismus die **Zivilgesellschaft in allen Weltregionen** einbezieht.
- 8) **Ausbau von Rekrutierungsprogrammen** für akademisches Spitzenpersonal im internationalen Ausland, angelehnt an das bereits existierende *German Academic International Network (GAIN)*.
- 9) **Die Durchlässigkeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft entlang bestehender Wertschöpfungsketten weiter fördern**, um die

Kommerzialisierung und Skalierung exzellenter Grundlagenforschung zu stärken. Beispiele und Best Practices hierfür lassen sich etwa in den USA, Israel, Finnland, Frankreich und Japan identifizieren.

- 10) Ausbau von Forschungsk Kooperationen auch außerhalb Europas** mit komplementär ausgerichteten Instituten in den USA, Kanada, Japan und Südkorea. Eine konzertierte strategische Teilnahme deutscher Akteure an diesen Instituten und Netzwerken, müsste sich mittels eines Dashboards aus verschiedenen Zielgrößen erfassen lassen, um so den Wissensaustausch gezielt moderieren zu können.
  - 11) Umsetzung der bereits geplanten steuerliche Absetzbarkeit der Kosten für Forschung und Entwicklung (F & E) im Privatsektor**, insbesondere für forschende kleine und mittelständische Betriebe. Länder wie die USA oder China unterstreichen, dass dem Privatsektor nicht nur bei der Kommerzialisierung, sondern auch bei F & E eine wichtige Rolle zukommen kann.
  - 12) Förderung von leistungsfähigeren Innovationsökosystemen.** Hierzu sollten bei Maßnahmen der KI-Strategie aber nicht nur die Stärkung von Startups auf nationaler Ebene im Fokus stehen. Deutschland sollte insbesondere auf eine umfassende Stärkung des gesamteuropäischen Innovations-
- ökosystems hinwirken. Gerade durch eine intensivere Vernetzung bereits existierender Innovationszentren über Ländergrenzen hinweg, können in Europa vorhandene KI-Potenziale besser mobilisiert werden. Dies wiederum würde auch Deutschlands Bemühungen zusätzlich verstärken. Ein besonderer Schwerpunkt sollte auf die Weiterentwicklung des europäischen digitalen Binnenmarktes und eine verbesserte Verfügbarkeit von Risikokapital gelegt werden. Beides ist essenziell, damit Innovationen auch in Europa angemessen skaliert und innovative deutsche Unternehmen die Chance haben, ein digitaler Champion von Morgen zu werden.
- 13) Wissenstransfer zwischen Beamten, Unternehmen und Angestellten fördern.** Denkbar sind hierfür Hospitationsprogramme zwischen Unternehmen, Behörden und Wissenschaft, wie sie in der amerikanischen KI-Strategie der Obama-Regierung vorgesehen waren.
  - 14) Die öffentliche Hand als Nutzer und Beschaffer von ethisch korrekter KI stärken.** Dafür braucht es ein agileres Beschaffungswesen, dass sich im Rahmen des EU-Rechts stärker wettbewerblicher Dialoge und Innovationspartnerschaften bedient sowie auch das Instrument von Innovationswettbewerben zur Anwendung bringt. Ein Beispiel für einen solchen Wettbewerb wäre etwa die DARPA Robotics Challenge in den USA.

---

3 „Europe is not keeping up“, so das einhellige Urteil der Unterzeichner des offenen Briefes ELLIS mit dem Verweis auf die KI-Forschungslabors in Nordamerika, die KI-Investitionen in China und die Attraktivität amerikanischer und chinesischer Firmen für KI-Forscher des Kontinents. Mit Verweis auf die Attraktivität ihres Standortes versuchen *Head Hunters* amerikanischer Firmen regelmäßig Top-Wissenschaftler von den derzeitigen europäischen KI-Hotspots abzuwerben. (Armbruster, 2018a; ELLIS, k. D.).



## Deutschland

### Ein später aber vielschichtiger Ansatz für „AI made in Germany“

- › Bis 2025 3 Mrd. Euro zusätzliche Mittel für KI
- › Aufbau eines nationalen Netzwerkes von zwölf KI-Zentren und Anwendungshubs sowie Schaffung von 100 zusätzlichen KI-Professuren
- › Schwerpunkt auf Forschung und Transfer in die Wirtschaft, insbesondere für den Mittelstand. Die Nutzung von KI durch den öffentlichen Sektor bleibt ein Randthema.
- › Internationale Vernetzung durch bilaterale Partnerschaften, über Brüssel und globale multilaterale Gremien (G7, G20, UN)

#### I.) Einleitung

Am 14. November 2018 wurde die Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung veröffentlicht. Das erklärte Ziel: Deutschland unter dem Gütesiegel „*Artificial Intelligence (AI) made in Germany*“ zum weltweit führenden KI-Standort zu machen, sowohl in der Forschung als auch in der Anwendung von KI. Dabei nimmt die Strategie den gesellschaftlichen Nutzen, ethische und rechtliche Fragestellungen sowie auch Europa selbst in den Blick. Um das Ziel zu erreichen, stellt die Bundesregierung bis 2025 zusätzlich

drei Mrd. Euro zur Verfügung und geht davon aus, dass Bundesländer und Unternehmen sich mit Investitionen in gleicher Höhe beteiligen werden. Die Strategie erkennt an, dass sich KI als Basistechnologie „zum Treiber der Digitalisierung und autonomer Systeme in allen Lebensbereichen“ entwickelt hat. Staat und Verwaltung sind daher gefordert gemeinsam mit Akteuren aus Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft die Potenziale von KI zu erschließen und konstruktiv mit den Risiken umzugehen. Im Unterschied zu anderen Ländern wurde die deutsche Strategie durch einen schrittweisen Ansatz entwickelt.

Aufbauend auf einem Eckpunktepapier vom Juli 2018<sup>4</sup> wurde sie durch Expertenforen und einen öffentlichen Konsultationsprozess zu einem vielschichtigen Strategiedokument entwickelt. So liegt ihr Schwerpunkt zwar auf der Forschung und Kommerzialisierung von KI. Zugleich enthält sie aber Schnittstellen zu fast allen Politikfeldern, wie etwa Gesundheit, Landwirtschaft, Umwelt und Klima oder Entwicklungszusammenarbeit. Gleichzeitig bildet die KI-Strategie eine Klammer um bereits bestehende Sektorstrategien und Maßnahmen (wie etwa die *High-Tech 2025-Strategie* der Bundesregierung oder die *Plattform Industrie 4.0*).

## II.) Voraussetzungen für KI

Bei den Voraussetzungen für KI ist Deutschland bisher eher im Mittelfeld der untersuchten Länder (siehe die beiden ersten Teile der Studie) verortet. So ist es zwar bei der absoluten Anzahl der Internetnutzer in Europa führend, nicht jedoch im internationalen Vergleich. Die knapp 74 Mio. deutschen Internetnutzer (2016) als Indikator für die Größe des nationalen Datenpools, 88 Prozent der deutschen Bevölkerung, entsprechen nur rund zehnteil der Internetnutzer in China bzw. 35 Prozent derer in den USA.<sup>5</sup> Was die Verfügbarkeit und Qualität der Daten des öffentlichen Sektors betrifft, belegt das Land im Vergleich nur den siebten Platz (hinter Japan).<sup>6</sup> Anders als in den USA oder China, wo die Geschäftsmodelle von Technologieunternehmen auf dem Sammeln und Verarbeiten von Daten basieren, sind deutsche Technologieunternehmen stärker in der Fertigungsindustrie beheimatet.

Aufgrund eines hohen Grades an Automatisierung besitzt Deutschland gerade in diesem Sektor immense Potenziale für den Aufbau industrieller Datenpools. Damit diese auch für den Mittelstand erschlossen werden können, müssten unternehmensübergreifende Datenpools aufgebaut werden. Darüber hinaus fehlt deutschen Akteuren der Zugriff auf großvolumige und grenzüberschreitende Datenpools, u. a. durch die Fragmentierung in Europa. Dies sieht die Strategie zu Recht als Nachteil, dem sie mit einer umfassenden

Liste Maßnahmen begegnen will. Dazu zählen die Unterstützung der Schaffung eines europäischen Datenraums, die Prüfung von Datenpartnerschaften zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen und der Aufbau einer Nationalen Forschungsdateninfrastruktur, die Unterstützung von internationalen und deutschen (*International Data Spaces* bzw. M-Cloud und MDM) Dateninitiativen, die Förderung von offenen Trainingsdatensätzen, die Forschung zu Interoperabilität von industriellen Daten sowie die Verbesserung der Zugänglichkeit öffentlicher Daten.

### Empfehlung

Verbesserung der Verfügbarkeit von Daten: Deutschland allein wird aller Wahrscheinlichkeit nach auch in Zukunft Schwierigkeiten haben, mit der Größe der Datenpools von Ländern wie den USA und China mitzuhalten. Daher ist hier erstens eine europäische Lösung im Rahmen der Datenschutzgrundverordnung (EU-DSGVO) gefragt, der sich in einem späteren Stadium auch große Akteure aus Übersee anschließen können. Die Akkumulation einer kritischen Masse qualitativ hochwertiger Daten ist allerdings schwierig, weshalb im Rahmen der angestrebten Datenaustauschformate kommerzielle Anreize für Unternehmen geprüft werden sollten, damit diese Daten auch unternehmensübergreifend teilen. Um eine Plattform zum Tausch von Daten sowie deren sicheren Transport zu ermöglichen, könnte die Initiative der finnischen Innovationsagentur SITRA zur Entwicklung eines sicheren Datenprotokolls (IHAN) einen Anknüpfungspunkt für Deutschland darstellen. Vor diesem Hintergrund empfiehlt sich auch, die deutschen Open Data Plattformen (wie MDM oder M-Cloud für Anwendungsbereiche jenseits von Mobilität) weiter auszubauen und in ein europäisches Portal zu überführen. Dies kann mit Hilfe von Startup-Unternehmen in Berlin, Hamburg, München, London und Paris geschehen, die über Pilotprojekte den Wert der Plattform demonstrieren. Der *Open Data*-Ansatz deckt sich mit Initiativen in den USA, Kanada und Finnland, die mittels *Open Government Data* eine qualitativ hochwertige aber kostengünstige Basis für *digitally native* Startups bieten. Mit einem solchen Modell könnte Europa sich auch global als Alternative für Entwicklungs-

und Schwellenländer zu den USA und China positionieren. Europas Stärken in der Kombination aus Persönlichkeitsschutz und Sicherheit sind auch für technologisch weniger entwickelte Länder im globalen Süden von zunehmender Priorität, um das Potenzial von KI auszuschöpfen.

In Deutschland befinden sich 21 der Top 500 kommerziell verfügbaren Supercomputer, (Damit liegt Deutschland auf Platz fünf unter den 13 untersuchten Ländern hinter China und USA, sowie kleineren Ländern, wie Japan und Großbritannien).<sup>7</sup> Anders als in anderen europäischen Ländern sind in Deutschland international bekannte Halbleiterhersteller ansässig.<sup>8</sup> Deren Umsatz ist im Vergleich zu den chinesischen und amerikanischen Herstellern jedoch gering. Obwohl Halbleiter international gehandelt werden und Rechenleistungen über Cloudsysteme weltweit abrufbar sind, zeigen die aktuellen Handelskonflikte, dass sich eine Abhängigkeit in diesem Bereich als strategischer Nachteil erweisen kann.<sup>9</sup>

### Empfehlung

Initiierung strategischer Investitionen in Rechenleistung: KI-Gestaltungsmacht auf globaler Bühne bedarf der Verfügbarkeit von Rechenleistung unterschiedlicher technologischer Entwicklungsstufen (einschließlich GPU, TPU und Quantum Computing). Zunehmend definieren die USA und China diese Kapazitäten im Rahmen nationaler Sicherheit. Die Abhängigkeit von ausländischen Halbleiter-Herstellern oder *Cloud*-Dienstleistern ist daher ein strategischer Nachteil für Deutschland und Europa. In der Halbleiterproduktion China oder den USA Konkurrenz zu machen, ist kurzfristig kaum möglich. Trotzdem sollten bestehende Produzenten wie Infineon stärker gefördert werden, um Deutschland mittel- bis langfristig strategische Optionen offen zu halten und an den technologischen Entwicklungen aktiv teil zu nehmen. So wie sich Europa zusammengeschlossen hat, um am CERN den größten Teilchenbeschleuniger der Welt zu schaffen, sollte Deutschland gemeinsam mit seinen europäischen Partnern an der Entwicklung von Quantencomputern arbeiten. Eine solche Kooperation sollte die Einbindung eines auf diesen Bereich zugeschnittenen Startup-Ökosystems ein-

schließen, das frischen Wind in die europäische Halbleiterindustrie bringt. Auch hier geht es um den Aufbau von Fertigkeiten, die Deutschland und Europa mittel- bis langfristig in die Position versetzen, im globalen Entwicklungswettbewerb mit einer kompetenten Stimme aufzutreten und die Entwicklung dieses Feldes zugunsten eigener Werte und Interessen mitzugestalten. Vor diesem Hintergrund sollten bestehende Kooperationen mit den USA, Japan oder Südkorea – die bei der Herstellung von Halbleitern in der Automobilbranche bereits bestehen – gefestigt und ausgebaut werden.

Die Zahl der geschätzten Masterstudenten, die jedes Jahr an den Informatikinstituten graduieren, an denen aktiv zu KI geforscht wird, liegt nur bei etwas mehr als 400 (Platz acht unter den 13 untersuchten Ländern).<sup>10</sup> Den Startup-Ökosystemen in Berlin, München und Hamburg mit ihren Universitäts-, Kultur- und Natur-Angeboten sowie der globalen Anbindung an Netzwerke und Infrastruktur gelingt es zwar zunehmend ausländische Talente anzuziehen<sup>11</sup> – allerdings noch nicht mit dem gleichen Erfolg wie etwa San Francisco oder London. Um die Ausbildung einheimischer Fachkräfte zu fördern, soll, laut der Strategie, KI unter anderem ein fester Bestandteil in beruflichen Aus- und Weiterbildungsangeboten werden. Auch eine frühzeitige Förderung in Schulen ist geplant – diese wird sich allerdings aufgrund der Ablehnung des Digitalpakts im Bundesrat Ende 2018 verzögern.

### Empfehlung

Ausbau von Weiterbildungsangeboten zu KI priorisieren: Der Gesellschaft muss die Gelegenheit gegeben werden, sich in Digitalkunde (*digital literacy*) und Datenwissenschaft (*data science*) fortzubilden. In Singapur etwa, bietet die Regierung kostenlose KI-Workshops für die breite Bevölkerung an (*AI for Everyone*), um Verständnis für und Akzeptanz von KI-Anwendungen zu fördern sowie für die Identifizierung von Anwendungsmöglichkeiten im eigenen Unternehmen oder im täglichen Leben der Bürger zu werben. Eine andere Möglichkeit sind fest im Lehrplan verankerte Bildungsangebote im Bereich der Datenwissenschaft, Robotik und

dem Systemdesign, wie sie etwa durch die Regierung Singapurs eingeführt wurden. Durch Weiterbildungsangebote für junge Universitätsabsolventen aller Fachrichtungen können zudem kreative Anregungen in die Industrie getragen werden. Dies böte auch die Möglichkeit einer interdisziplinären und kritischen Reflexion an den Schnittstellen zu Ethik, Soziologie, Anthropologie und Psychologie. Zugleich sollte es aber auch Menschen, die bereits im Arbeitsleben stehen, erleichtert werden, neue digitale Kenntnisse zu erwerben. Sinnvoll wären bezahlter Bildungsurlaub oder Bildungsgutscheine, die für Kurse an Volks- und Fachhochschulen, Universitäten oder privaten Weiterbildungsinstituten für entsprechende Angebote eingelöst werden können. Diese könnten Workshops anbieten, welche von Akteuren der Industrie und Daten- oder KI-Experten mitkonzipiert werden und bei denen Arbeitnehmer mit Arbeitgebern an zukünftigen Berufs- und Kompetenzprofilen arbeiten und sich Projektgruppen gegenseitig unterstützen können. In den USA, Israel und den Vereinigten Arabischen Emirate veranstalten High-Tech-Unternehmen zusammen mit Universitäten sogenannte *Coding-Bootcamps*, um die KI-Fähigkeiten von Ingenieuren und Informatikern auszubauen. Als Kooperationspartner dazu böte sich etwa die israelische Innovationsagentur (IIA) an. Sowohl Arbeitgeber, als auch Arbeitnehmer könnten dafür mit Steuererleichterungen, Boni oder einem Punktesystem für die Rente belohnt werden. Nur so kann eine verantwortungsvolle Nutzung des Potenzials von KI in der Breite sichergestellt werden.

### III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

„Wir wollen auch im Wettbewerb bestehen und vorne mit dabei sein“, sagte Kanzlerin Merkel bereits im April 2018 mit Blick auf die chinesische KI-Strategie.<sup>12</sup> Im Koalitionsvertrag kündigte die Bundesregierung zudem an, „Deutschland zu einem weltweit führenden Standort bei der Erforschung von künstlicher Intelligenz“ zu machen.<sup>13</sup> Damit dies gelingt, waren gleich drei Bundesministerien, das für Bildung und Forschung (BMBF), für Wirtschaft und Energie (BMWi)

und das für Arbeit und Soziales (BMAS) mit der Entwicklung der deutschen KI-Strategie betraut, flankiert durch die Staatsministerin für Digitalisierung, den Digitalrat der Bundeskanzlerin und weitere Gremien. Auch die Bundesministerien für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), des Innern (BMI) und für Justiz und Verbraucherschutz (BMJV) befassen sich mit KI, etwa zu Herausforderungen bei automatisiertem und vernetztem Fahren oder der Modernisierung der Verwaltung.<sup>14</sup> Anders als z. B. in den USA, Israel oder China ist der Bereich der Sicherheitspolitik in der deutschen KI-Strategie nicht von zentraler Bedeutung.

#### Empfehlung

Berücksichtigung und Integration der Sicherheitspolitik: Nicht nur im Vergleich mit anderen Nationen, sondern auch vor dem Hintergrund der Gefahren von Cyber-Attacken für die Demokratie und Infrastrukturen, sind in einer nationalen KI-Strategie sicherheitspolitische Komponenten sinnvoll. Das setzt eine Auseinandersetzung zur Rolle von KI in der Sicherheitspolitik sowie eine Definition der Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Politikfeldern und KI voraus. Die Hackerangriffe der vergangenen Monate haben bereits einen entsprechenden Diskurs in Gang gesetzt. Diesen gilt es in konkrete Policy-Vorschläge und institutionelle Strukturen zu überführen. Die in 2018 angekündigte Agentur für Innovation in der Cybersicherheit ist hierfür ein erster wichtiger Schritt.<sup>15</sup> Wie eine schlagkräftige Organisation zur Entwicklung von sicherheitspolitisch relevanter KI aussehen könnte, zeigt unter anderem die *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) des US Militärs. DARPA investiert in die Forschung und Entwicklung von KI, zum einen zu militärischen Zwecken und zum anderen aber auch an der wichtigen Schnittstelle zum Klimawandel. Mit dem JEDI-Programm sind auf europäischer Ebene bereits erste Schritte eingeleitet, die Deutschland ergänzend zu den Bemühungen auf nationaler Ebene weiter stärken sollte. Nur wenn Deutschland auch in sicherheitspolitischen Anwendungsfeldern der KI global eine Stimme erhält, kann es sich auch künftig in den multilateralen Foren einbringen und die Weiterentwicklung des internationalen Völkerrechts in KI-Fragen mitgestalten.

Insgesamt fehlt es an einer zentralen Organisationseinheit zur Steuerung der Umsetzung der Strategie, wie es etwa Großbritannien, Südkorea oder China vormachen. Stattdessen soll die Umsetzung der KI-Strategie vor allem über nationale wie internationale Netzwerke bestehender Institutionen erfolgen. Lediglich die im August 2018 von BMWi und BMBF angekündigte Agentur für Sprunginnovation<sup>16</sup> wird das institutionelle Gefüge um einen neuartigen Akteur erweitern. Die Agentur soll Innovatoren Freiräume eröffnen, um „disruptive Innovationen“ hervorzubringen, die das Potenzial haben, neue Märkte oder Marktsegmente zu schaffen.<sup>17</sup> Hierfür soll sich die Agentur auch dem Ansatz von Innovationswettbewerben, sog. *Challenges*, bedienen, wie er beispielsweise durch die DARPA (USA), NESTA (UK) die *Innovation Foundation*, und das *Alan-Turing-Institute* (Großbritannien) bekannt ist. Dadurch können neue Impulse in der Innovationsförderung gesetzt werden. Die finanziellen Mittel der Agentur werden wohl aber weit geringer ausfallen, als beim amerikanischen Vorbild.

### Empfehlung

Einrichtung einer zentralen und digital-kompetenten Steuerungsstruktur in der Form eines Digitalministeriums, wie es bereits von unterschiedlichen Akteuren in der Bundestagswahl 2017 gefordert wurde. Um im globalen Wettbewerb die Marke „*AI Made in Germany*“ mit ihren Versprechen von Qualität zu positionieren und den effektiven wie effizienten Einsatz der verfügbaren Ressourcen zur Förderung von KI sicherzustellen, braucht Deutschland ein solches Ministerium, mit dem die Umsetzung der Strategie koordiniert und gesteuert werden kann. Dazu würde gehören die Arbeit der unterschiedlichen Gremien, digitalen Strategien und Ministeriumsinitiativen zu bündeln, sie bei der Umsetzung zu beraten und auf europäischer Ebene zu vernetzen. Einem solchen Ministerium sollte auch eine wechselseitige Übersetzungsfunktion für die KI-Förderung in sicherheitspolitische und zivile Anwendungsbereiche zukommen, um eine zivil-militärische Fusion, wie sie in China zu beobachten ist, zu unterbinden (siehe Studie Teil 1). Alternativ zu einem Digitalministerium wäre auch ein Natio-

nal Digitaler Rat (NDR) denkbar. Dieser könnte federführend durch das Kanzleramt organisiert werden und durch einen Koordinator für KI und kognitive Technologien gesteuert werden. Mit dem insbesondere beratend agierenden Digitalrat wurde bereits ein erster Schritt in diese Richtung gegangen. Anders als der Digitalrat sollte ein solches Steuerungsorgan jedoch stärker die KI-Bemühungen einzelner Ministerien koordinieren und bei deren nationalen und internationalen Ausrichtung beraten können. Solch einem Nationalen Digitalen Rat sollte zudem eine kleine interdisziplinäre Gruppe aus Denkfabrik-Experten (Digitale Integrations-Denkschmiede, DID) zur Seite stehen. Eine solche Denkschmiede würde den NDR durch Recherchen und Beratung unterstützen. Unter anderem könnte die DID dabei helfen, Ziel- und Monitoringsysteme zu entwerfen, die den angestrebten Fortschritten der neuen Strategie einen Rahmen gibt und ihre Evaluierung erlaubt. Auch die konstante Beobachtung der KI-Entwicklungen in anderen Ländern könnte eine weitere Aufgabe sein. Durch eine solche Struktur könnte Deutschland die Investitionen in KI koordinieren, falls notwendig anpassen, skalieren und internationalisieren. Inwieweit eine stärkere Zentralisierung wirklich realisierbar ist, lässt sich schwer vorhersehen.

Das föderale Staatssystem Deutschlands ist für die Umsetzung der KI-Strategie Vorteil und Nachteil zugleich. So erhöhen die föderalen Strukturen den Standortwettbewerb, wie das Beispiel *Cyber Valley* in Baden-Württemberg zeigt.<sup>18</sup> Dies wird in der Strategie als Chance verstanden, alle unterschiedlichen Strömungen in der KI-Entwicklung aufzugreifen statt von oben herab Vorgaben zu machen. Gleichzeitig werden berechtigterweise aber auch Sorgen laut, dass die Bürokratie sowie Verteilungskämpfe um die Fördergelder zwischen den Bundesländern die Umsetzung der Strategie verlangsamen könnte.<sup>19</sup> Ebenso wird das föderale System als Hauptgrund für die hohe Fragmentierung der staatlichen Datenpools und IT-Systemlandschaft gesehen, was wiederum die Digitalisierung der Verwaltung verlangsamt.<sup>20</sup> Zwar sind auch die USA föderal organisiert. Im Gegenteil zu Deutschland werden dort Zukunftsthemen wie KI durch Behörden wie die DARPA schneller aufgegriffen,

von der Politik als relevante Themen adressiert und etwa durch das *Office of Science & Technology Policy* stärker koordiniert und orchestriert.<sup>21</sup>

Im Vergleich zu den anderen untersuchten Strategien (siehe Studie Teil 1 und 2) einzigartig, ist die explizite Einbettung der deutschen KI-Förderung in internationale Netzwerke. So werden beispielsweise Querverbindungen in fast allen Handlungsfeldern zur EU hergestellt (mit Ausnahme des Handlungsfeldes „Gründungsdynamiken wecken“, welches rein national gedacht wird). Zudem widmet sich ein separates Handlungsfeld explizit der nationalen und internationalen Vernetzung der deutschen KI-Strategie. Sie soll sowohl in multilaterale Gremien, etwa G7, G20 oder der OECD, als auch in bilaterale Partnerschaften, beispielsweise im Kontext der Entwicklungszusammenarbeit, integriert werden.

### Empfehlung

Schaffung globaler Netzwerke: Die globale Vernetzung ist aus zweierlei Gründen von zentraler Bedeutung: Zum einen orientieren sich Datenflüsse bestenfalls zufällig und nicht grundlegend an geografischen Grenzen und digitale Unternehmen stellen wie kaum ein anderer Wirtschaftsbereich die territorial organisierte Politik in Frage. Demnach beeinträchtigen streng national ausgerichtete Strategien gar die Innovationskraft der globalen Digitalwirtschaft.<sup>22</sup> Zum anderen lebt ein wichtiger Anteil künftiger Nutzer von KI nicht etwa in den USA oder China, sondern in Entwicklungs- und Schwellenländern, den Märkten von morgen. Egal welche Firma das nächste Facebook oder Google im KI-Zeitalter sein möchte, es braucht eine Strategie, um die Nutzer in diesen Märkten zu gewinnen. Gleichzeitig besteht die Gefahr, dass diese Länder ihren globalen Wettbewerbsvorteil – in Form günstigster Arbeitskräfte und damit geringer Produktionskosten – durch den zunehmenden Automatisierungsgrad in den Industrieländern verlieren.<sup>23</sup> Deutschland hat durch seine internationale wirtschaftliche wie politische Präsenz wichtige strategische Vermögenswerte, um diese Märkte zu erschließen und gleichzeitig die Länder in der Entwicklung eigener technologischer Kapazitäten zu unterstützen. Deutschland sollte sich daher dadurch auszeichnen, dass es für

Entwicklungsländer adäquate Unterstützung anbietet und sich über Schaffung und Stärkung lokaler Kompetenzen einbringt, deutsche Lösungen kooperativ skaliert und so auch entwicklungs- politisch Einfluss verschafft. Ein solch global ausgerichteter Ansatz könnte Deutschland die notwendige Unterstützung verschaffen, um sich als Gestaltungsmacht in einer globalen KI-Governance-Struktur einbringen zu können.

Bei der Entwicklung der KI-Strategie baute die Bundesregierung auf ersten Erfahrungen mit der *Hightech-Strategie 2025* auf, in deren Rahmen bereits zwei Maßnahmen mit Bezug zu KI umgesetzt werden.<sup>24</sup> Dabei handelt es sich zum einen um die Plattform Lernende Systeme, die „führende Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und zivilgesellschaftlichen Organisationen aus den Bereichen Lernende Systeme und Künstliche Intelligenz“ zusammenbringt, um „die Chancen, Herausforderungen und Rahmenbedingungen für die Entwicklung und den verantwortungsvollen Einsatz Lernender Systeme“ zu untersuchen.<sup>25</sup> Zum anderen testen Projekte unter dem Rahmenprogramm „Entwicklung digitaler Technologien“<sup>26</sup> deren technische Machbarkeit und wirtschaftliche Tragfähigkeit insbesondere für den Mittelstand.

**Ethik – erstaunlich spät:** Deutschland gilt als einer der zentralen Treiber hinter der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO). In der Bearbeitung von Fragestellungen zu Ethik und KI ist das Land jedoch spät dran: Japan, Großbritannien, Finnland, die EU und eine Partnerschaft aus Kanada und Frankreich haben bereits Arbeitsgruppen gegründet bzw. erste Entwürfe für ethische Richtlinien erarbeitet. Im Eckpunktepapier, dem Ausgangsdokument für die deutsche KI-Strategie, wurde Ethik nur defensiv erwähnt. Das soll sich mit der Strategie nun ändern. Auf Anregung der Datenethikkommission der Bundesregierung wurde Ethik bereits im Ziel der KI-Strategie verankert. Die Bundesregierung plant ethische Anforderungen gemäß einem *ethics by, in and for design*-Ansatz als integralen



Bestandteil im gesamten Prozess der Entwicklung und Anwendung von KI zu verankern. Bereits im November 2018 empfahl die Kommission, einen solchen Ansatz bei der Entwicklung einer elektronischen Patientenakte zu erproben.<sup>27</sup> Zudem beschäftigt sich eine Enquete-Kommission des Bundestages („Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale“) seit September 2018 mit der Beantwortungen von rechtlichen, politischen und ethischen Fragestellungen im Zusammenhang mit KI. Mit ersten Ergebnissen und Handlungsempfehlungen wird innerhalb der laufenden Legislaturperiode bis 2021 gerechnet. Im Zusammenhang mit ethischer KI sieht die Bundesregierung zudem die Erforschung von Pseudonymisierungs- und Anonymisierungsverfahren, die Erstellung synthetischer Trainingsdaten (*differential privacy*), die Normung und Standardisierung für KI in autonomen Maschinen sowie die Einrichtung nationaler und internationaler Observatorien zur systematischen Beobachtung und Analyse der Auswirkungen autonomer Systeme auf die Arbeitswelt als wichtig an. Welcher regulatorische Rahmen ethische KI sicherstellen soll, bleibt jedoch offen. Aktuell schlägt das BMJV einen *Corporate Digital Responsibility*-Ansatz vor, in Anlehnung an die Idee der *Corporate Social Responsibility*.<sup>28</sup> Wie eine solche Selbstverpflichtung aussehen könnte, zeigt SAP mit seinen im September 2018 vorgelegten Grundsätzen für Künstliche Intelligenz.<sup>29</sup>

### Empfehlung

Unterstützung einer Digitalen Magna Carta: Überlegungen zu Ethik sollten von Anfang an auch auf globaler Ebene gedacht und vorangetrieben werden. Nur so kann das notwendige gesellschaftliche Vertrauen gestiftet werden, das für den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Erfolg der KI unerlässlich ist. Das ist in der deutschen Strategie nur ansatzweise über KI-Observatorien und eine Kooperation mit UN, G7 und G20 vorgesehen. Dies sind allerdings alles Organisationen, die wenig technologische Kompeten-

zen vorweisen können und die ihrerseits nur in eingeschränktem Maße eine Teilnahme der Zivilgesellschaft zulassen. Zwar hat London die Initiative in der Entwicklung einer internationalen KI-Governance-Architektur ergriffen, ist jedoch bei der Projektion derselben durch den Brexit geschwächt. Gleichzeitig gibt es eine Reihe von Initiativen in Ländern (Nordische Länder, Frankreich, Kanada und Japan), die der deutschen gesellschaftlichen Grundausrichtung entsprechen und denen sich Deutschland mit dem Ziel der Entwicklung einer Art neuer globaler Magna Carta anschließen könnte. Hierbei handelt es sich um eine inklusive Charta von Rechten und Werten, von der wir uns bei der Entwicklung von KI künftig leiten lassen. Im Idealfall könnte solch eine Charta mittel- bis langfristig auch als Grundlage für internationale Abkommen fungieren. Sie sollte den Grundstein für die kommende Koexistenz zwischen Menschen und Maschine sowie für eine inklusive Weiterentwicklung der Menschheit legen. Ihr Ziel sollte der Aufbau eines globalen KI-Governancesystems sein, welches von einer Multi-Akteurs-Partnerschaft aus Politik, Zivilgesellschaft, Forschung und Wirtschaft getragen wird. Daran angedockt ist eine Art Stabstelle denkbar, welche globale Entwicklungen im Bereich KI verfolgt und analysiert (Think Tank-Funktion) und sie im öffentlichen Raum thematisiert (Kongress-Funktion). Weitere Informationen hierzu finden sich in dem Artikel „Regeln für Roboter“, erschienen in den *Auslandsinformationen*.<sup>30</sup>

### IV.) Forschung und Entwicklung

Der bisherige Leiter des DFKI, Professor Wahlster, vertritt die Auffassung, dass deutsche Forscher „in der Champions League der KI“ spielen.<sup>31</sup> Viele der heute weltweit genutzten grundlegenden KI-Algorithmen, nicht „nur in *machine learning* und der automatischen Handlungsplanung, sondern auch in der Sprachtechnologie, der maschinellen Wissensrepräsentation, bei Inferenzverfahren und der Bildfolgenanalysen“ wurden von deutschen KI-Forschern erfunden.<sup>32</sup> Die Stiftung Neue Verantwortung hält dagegen, dass Deutschland KI-Trends in der Grundlagenforschung „erst spät erkannt“ habe.<sup>33</sup> Ein mahnendes Beispiel sollte

auch die Erfindung des MP3-Formats durch deutsche Wissenschaftler sein, dessen Kommerzialisierung nicht in Deutschland, sondern überwiegend in den USA, China und Südkorea erfolgte.

Klar ist, dass es umfassender Investitionen bedarf, um die Wettbewerbsfähigkeit der Grundlagenforschung sowie den Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis, insbesondere in den deutschen Mittelstand, sicherzustellen. Die allgemeinen Ausgaben für F & E lagen 2016 bei rund 92,5 Mrd. Euro (2016), das entspricht 2,9 Prozent des Bruttoinlandsproduktes (BIP), im Vergleich zu 511 Mrd. Euro in den USA (2,7 Prozent des BIP) bzw. 4,2 Prozent des BIP in Israel (13,5 Mrd. Euro). Die Beiträge der Privatwirtschaft machten davon knapp 65 Prozent aus, welches etwa dem Verhältnis in den USA entspricht.<sup>34</sup> In welcher Höhe die KI-Forschungsförderung der Bundesregierung bisher ausfällt, geht aus einer kleinen Anfrage im Bundestag hervor. Demnach wurden in den vergangenen 30 Jahren Kooperationen mit KI-Bezug zwischen Wirtschaft und Wissenschaft mit ca. 500 Mio. Euro gefördert (was durchschnittlich weniger als 17 Mio. Euro pro Jahr entspricht).<sup>35</sup> Eine Analyse der Stiftung Neue Verantwortung auf Basis dieser Anfrage geht davon aus, dass aktuell jährlich ca. 27 Mio. Euro für die Förderung von KI aufgewendet werden.<sup>36</sup> Diese Zahl resultiert aus Zusagen für die Förderung von *Machine Learning* in Höhe von 77 Mio. Euro (für die Laufzeit von 2017 bis 2021) sowie 30 Mio. Euro zur institutionellen Förderung des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) von 2018 bis 2022 (Stand Mai 2018). Zur Umsetzung der KI-Strategie soll dieser Betrag deutlich erhöht werden. Bis 2025 sollen drei Mrd. Euro zur Verfügung gestellt werden. Das übersteigt die Fördersumme des britischen *AI Sector Deals* und ist etwa das Doppelte von dem, was Macron in Frankreich in den nächsten vier Jahren in KI investieren will. Trotzdem sind diese Ausgaben verhältnismäßig gering, wie der Vergleich mit anderen Forschungsdisziplinen zeigt. Allein im Bereich der nichtnuklearen Energietechnologien – einem Feld, das ähnlich wie KI als Basistechnologiebereich gesehen werden kann – beliefen sich die Forschungsausgaben der Bundesregierung 2015 auf 641 Mio. Euro.<sup>37</sup> Gerade auch ange-

sichts der immensen Ausgaben heute führender KI-Nationen wird es ergänzend zu Ausgaben auf nationaler Ebene wichtig sein, die europäischen Forschungsausgaben auf EU-Ebene sinnvoll zu koordinieren, europäische Forschungsnetzwerke zu stärken und so Hebelwirkungen zu erzeugen.

**Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)<sup>38</sup>:** Das DFKI wurde 1988 als gemeinnütziges *Public-Private Partnership* (PPP) gegründet und führt mit einem Budget von 45,9 Mio. Euro und 550 Mitarbeitern aus 60 Ländern (2017) Projekte in 18 Forschungsbereichen und -gruppen und *Living Labs* durch.<sup>39</sup> Aus der Arbeit in diesen Feldern sind über die Jahre 80 *Spin-Off*-Unternehmen entstanden. Laut eigener Aussage ist das DFKI, gemessen an der Höhe der externen Finanzierungen und der Mitarbeiteranzahl, das größte Zentrum seiner Art weltweit. Google, BMW und Rexroth sind nur einige der großen Namen, die unter dem Dach der DFKI im Rahmen von Forschungsprogrammen zusammenkommen. Es stellt ein erfolgreiches Modell der globalen Kooperation unter Einsatz deutscher Kompetenzen und Alleinstellungsmerkmale dar. Entsprechend soll es vor dem Hintergrund des geplanten nationalen Netzwerkes von zwölf KI-Zentren und Anwendungshubs „eine besondere Rolle einnehmen“ und als *Public-Private Partnerships* weiterentwickelt werden.

In Deutschland beschäftigen laut dem *CSRanking* zwölf Informatikinstitute<sup>40</sup> ca. 60 Lehrkräfte, die seit 2016 aktiv im Kontext von KI forschen und jährlich schätzungsweise 180 Doktoranden bei ihrer Promotion begleiten.<sup>41</sup> Auch wenn diese Zahlen nur einen Ausschnitt der gesamten KI-Forschungslandschaft<sup>42</sup> darstellen, zeigt der internationale Vergleich, dass das Land den USA, Großbritannien, aber auch Israel zahlenmäßig nachsteht. Vor diesem Hintergrund ist die Schaffung von 100 zusätzlichen Professuren, wie in der Strategie vorgesehen, ein wichtiger Schritt. Die knapp über 2.000 zitierfähigen Publikationen zu KI erzielten, gemessen am H-Index, unter den verglichenen Ländern den fünfthöchsten

Einfluss.<sup>43</sup> Das ist ein Qualitätsbeweis deutscher Forschung, aber noch keine Führungsposition. Im Themenbereich Statistik und Wahrscheinlichkeit steht das Land unter den verglichenen Ländern an dritter Stelle.<sup>44</sup> Darüber hinaus belegt Deutschland auch im Forschungsbereich Maschinenbau und Industrie- und Fertigungstechnik einen Spitzenplatz (Platz drei gemessen am Einfluss der wissenschaftlichen Publikationen).<sup>45</sup> Hier wird es auch entscheidend sein, diese Potenziale mit der KI-Forschung eng zu verknüpfen und in die Kommerzialisierung zu überführen.

### Forschungsbereiche und Instrumente

Der Fokus der Forschungsförderung in der deutschen KI-Strategie liegt explizit auf *Narrow AI*, also „schwacher“ KI, womit „die Lösung konkreter Anwendungsprobleme auf Basis der Methoden aus der Mathematik und Informatik“ gemeint ist. Im Unterschied hierzu verkörpert *General AI* bzw. starke KI die Idee, dass KI die gleichen intellektuellen Fertigkeiten von Menschen erlangen oder übertreffen kann. Obwohl der gewählte Ansatz, aufgrund der höheren und schnelleren Verwertungsmöglichkeiten von *Narrow AI*, nachvollziehbar ist, verpasst das Land eine Chance. Durch einen Schwerpunkt auf *General AI* hätte Deutschland die Möglichkeit gehabt, seine komplementäre Position in der weltweiten KI-Forschungslandschaft zu stärken, zumal andere Länder in diesem Bereich keine dezidierten Ziele genannt haben. Eine Querverbindung von Heuristik in der Computerwissenschaft mit Forschungsbereichen wie Gehirn- und Neurowissenschaften, sowie Quantum Computing wäre wünschenswert: Nicht, um eine dem Menschen ähnliche Intelligenz zu schaffen, sondern um die Ausrichtung maschineller Intelligenz komplementär auszurichten und mitzugestalten. Außerdem hätte ein solcher Fokus, ähnlich dem US-amerikanischen „*Brain Program*“ unter Präsident Obama, eine Leuchtturm- oder Signalfunktion für die breite Öffentlichkeit, junge karrieresuchende Menschen, sowie internationale Partner und Investoren.

Anders als beispielsweise in Frankreich oder Japan, setzt die deutsche KI-Strategie zwar Akzente auf einzelne Anwendungsfelder, wie Biotechnologie, Verbraucherschutz, Nahrungs-

sicherheit, Arbeitsmarkt, zivile Sicherheit oder Klimawandel, zielt ansonsten aber auf einen dezentralen und inhaltlich breit angelegten Ansatz in der Forschungsförderung ab. Dies entspricht den gewachsenen Strukturen der Forschungsförderung durch Bund und Länder. Die Länder fördern als Träger die Universitäten und Fachhochschulen des Landes. Begleitend legen Bund und Länder öffentliche Förderprogramme auf und unterstützen den Aufbau von Clustern. Ein Beispiel für ein Förderprogramm ist das „IKT 2020 – Forschung für Innovation“,<sup>46</sup> welches Teil der *Hightech-Strategie 2025* ist und insbesondere *Machine Learning* als „wichtigen Technologiebaustein“ begreift.<sup>47</sup> Gegenstand der Förderung sind F & E Maßnahmen, die Bezüge zu „Robustheit“ von Verfahren zum Sammeln und Auswerten von Daten, „Nachvollziehbarkeit und Begründung“ von maschinellen Lernverfahren oder „Effizienz“ zur Skalierbarkeit von Algorithmen aufweisen.<sup>48</sup>

Das im deutschen Hochschulbetrieb übliche Einwerben von Drittmitteln, auch aus Förderprogrammen, wird in der Wissenschaftsgemeinschaft häufig kritisch gesehen. „Nach dem Antrag ist vor dem Antrag“ ist daher ein viel gehörtes Zitat und insbesondere der große Aufwand bzw. die stark bürokratischen Antragsstrukturen zur Einwerbung von Drittmitteln werden oft beklagt. Zudem werden Fördergelder oft nicht an die innovativsten Anträge verteilt, sondern an die kreativsten Autoren.<sup>49</sup> Zwar ist auch in den USA und Großbritannien die Forschungsförderung wettbewerbsorientiert. Im Gegensatz zu Deutschland können die Forscher dort aber auf eine umfassendere Grundausstattung zurückgreifen, die ihnen Freiräume zum Publizieren schafft. Eine Stärkung der Grundfinanzierung ist daher weiter zu diskutieren. Die KI-Strategie strebt daher an „international attraktive und konkurrenzfähige Arbeitsbedingungen und Vergütungen“ zu ermöglichen. Neben finanziellen Aspekten sind die bessere Vernetzung der Forschung mit Startup-Ökosystemen oder die temporäre Entsendung von Forschern in Unternehmen und umgekehrt vorgesehen. Beides ist notwendig, nicht nur um Spitzenforschung sicherzustellen, sondern auch um die geplanten 100 KI-Professuren zu besetzen. Ob trotz dieser Bemühungen

deutsche Forschungseinrichtungen, etwa in Karlsruhe und Saarbrücken, mit den attraktiven Standortbedingungen und Gehältern in den USA, Kanada oder China mithalten können, wird von Fachleuten bezweifelt.<sup>50</sup> Ein mutiger Schritt, wie die Flexibilisierung der Gehaltsregelungen sowie die Ausschüttung von Aktien, ist im Rahmen des Wissenschaftsfreiheitsgesetzes aktuell nur für außeruniversitäre Einrichtungen geplant.<sup>51</sup> Gleichzeitig wird es entscheidend sein, ebenso nicht-monetäre Anreize zu stärken und kreative Lösungen zu finden, um die Attraktivität des Forschungsstandorts Deutschland für KI-Spitzenforscher zu erhöhen.

### Empfehlung

Ausbau der Rekrutierungsprogramme für Spitzenpersonal: Wie deutsche Wissenschaftler aus dem Ausland zur Rückkehr bewegt werden können, zeigt das *German Academic International Network* (GAIN). Es bietet in Nordamerika tätigen Wissenschaftlern zwar keine finanziellen Anreize, jedoch Beratungs- und Förderangebote. Gleichzeitig schafft das Programm Möglichkeiten zur Vernetzung der „Wissenschaftler untereinander und mit Arbeitgebern in Forschung und Wirtschaft“.<sup>52</sup> Eine Ausweitung des Angebots über Nordamerika hinaus wäre ein erster wichtiger Schritt. Darüber hinaus sollten weitere Anreize für ausländische Wissenschaftler geschaffen werden, in Deutschland zu forschen. Anzudenken wäre hierbei die Förderung attraktiver Kontextbedingungen, wie etwa eine verbesserte Vereinbarkeit von Familie und Forschung. Einen solchen Ansatz verfolgt etwa die finnische Regierung. Zur Weiterentwicklung eines solchen Programms lohnt auch der Blick nach Fernost. In China werden seit 2008 unter dem *Thousand Talents Plan* internationale (überwiegend im Ausland lebende Chinesen) Wissenschaftler, Unternehmer und Innovatoren angeworben und Unternehmen wie Alibaba bauen mit dem DAMO-Programm (14 Mrd. Euro) ihr globales Netzwerk für forschungsgebundene Talententwicklung außerhalb des Landes aus. Zu den angebundenen Universitäten gehört das RISE-Lab der University of California in Berkeley und die Nanyang Technological University in Singapur. Weitere Kooperationen in Tel Aviv und Moskau sind geplant.

Die deutsche Forschungsinfrastruktur soll laut der Strategie dezentral weiterentwickelt werden. Ziel ist es, ein nationales Netzwerk von zwölf KI-Zentren und Anwendungshubs auszubauen, um somit die Kompetenzen und Vorteile bestehender Forschungsstandorte und -Cluster zu nutzen. Zudem ist der Aufbau eines nationalen Forschungskonsortiums geplant. Hierbei soll ein „Netzwerk von methoden-/technologieorientierten sowie domänen-/anwendungsorientierten Standorten“ aufgebaut werden.

Ein wiederholt genannter Schwerpunkt der Strategie ist der Transfer von Forschungsergebnissen in die kommerzielle Praxis. Dass in Deutschland die Durchlässigkeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft bisher nur bedingt gelingt, liegt einerseits u. a. an der argwöhnischen Haltung der Hochschulen gegenüber der flexiblen Ausübung einer Nebentätigkeit ihrer Wissenschaftler im Privatsektor.<sup>53</sup> Hinzu kommen rechtliche Hürden, denn seit dem Wegfall des Hochschullehrerprivilegs 2002, gehören die Erfindungen des Hochschulpersonals der Universität, was die Kommerzialisierung durch ihre Erfinder erschwert. Zwar ist das in den USA theoretisch nicht anders, in der Praxis gewähren die Hochschulen dort den Lehrkräften aber mehr Freiraum, um ihre Erfindungen zu kommerzialisieren. Der Technologietransfer und engere Praxisbezug der KI-Forschung soll durch die enge Zusammenarbeit des Forschungsnetzwerks, ergänzt um sogenannte und nicht weiter spezifizierte „Transfer-Hubs“, und die „Mittelstand 4.0 Kompetenzzentren“ erfolgen. Damit bedient sich die Strategie eines Cluster-Ansatzes, der ein zentrales Element in der Tradition der deutschen Forschungsförderung darstellt. Cluster sind geografisch verortete Knotenpunkte, welche die Technologie- und Branchenfeldern der jeweiligen Region widerspiegeln und mit Unterstützung der Regierungen die Vernetzung von Hochschulen, Wissenschaft und Wirtschaft fördern.<sup>54</sup> Die Unterstützung erfolgt finanziell, durch Weiterbildungsangebote oder Dienstleistungen wie einer gemeinsamen Öffentlichkeitsarbeit. Auch wenn sich die Clusterpolitik seit ihrer Erfindung in den 90er Jahren in vielen Bereichen bewährt hat, ist ihre Weiterentwicklung und Anpassung an die digitale und global vernetzte Gegenwart geboten.

### Empfehlung

Verbesserung der Kommerzialisierung geistigen Eigentums: Um die Durchlässigkeit der Burgen aus Wissenschaft und Wirtschaft zu fördern, kann der Gesetzeskanon aus den USA als Vorbild dienen (Bayh-Dole-Gesetz, *Small Business Innovation Development Act* und *Small Business Research and Development Enhancement Act*), durch den in den vergangenen Jahrzehnten die Kooperationsstrukturen zwischen den unterschiedlichen Akteuren gewachsen sind. Eine weitere Ergänzung wäre der Aufbau von Plattformen, wie der britischen Konfer,<sup>55</sup> die Forscher und Anwender verbindet. Darüber hinaus sind die an amerikanischen, britischen und israelischen Universitäten bestehenden Technologietransferbüros gute Beispiele für Deutschland. Deren Aufgaben gehen über die der deutschen Verwertungsgesellschaften hinaus und umfassen die Beratung bei der Kommerzialisierung geistigen Eigentums durch die Unterstützung von Forschern bei der Gründung und Finanzierung von *Spin-Out*-Unternehmen, der Markteinführung neuer Ideen und dem Austausch von universitärem Fachwissen mit Industrie und Regierung. Die Maßnahmen zur Steigerung der Durchlässigkeit zwischen Wissenschaft und Privatwirtschaft sollten auch bereits auf der Ebene der Personen ansetzen. Das heißt es gilt Formate und Foren zu schaffen, die es Innovatoren aus Wirtschaft und Forschung erlauben, im jeweils anderen Sektor Sichtbarkeit zu erlangen sowie zeitlich begrenzt tätig zu werden. Hierfür dient etwa der Vorstoß Macrons als Vorbild, Forschern öffentlicher Universitäten zu erlauben, neben ihrem Lehrauftrag bis zu 50 Prozent ihrer Zeit auch als Angestellte in/Eigentümer von Privatunternehmen tätig zu sein. In Japan gibt das *cross-appointment-system* Forschern und Entwicklern aus Wissenschaft und Privatwirtschaft die Möglichkeit, in Teilzeit im je anderen Bereich zu arbeiten. Dies sind wichtige Voraussetzungen für die Attraktivität des Standorts. In Singapur werden durch das Programm *100Experiments* Forscher und Entwickler im Bereich der KI mit Akteuren aus der Industrie verknüpft, die ihre spezifischen Herausforderungen mit KI lösen wollen. Die dortige Regierung finanziert daraus entstehende Kooperationsprojekte zu gleichen Teilen mit den Unternehmen. Dadurch werden die hohen und

risikoreichen Erstinvestition in KI-Lösungen für die Unternehmen überwunden. Der finnische Förderansatz für KI sieht gar die Trennung von Wissenschaft und Privatwirtschaft als obsolet an und denkt eher in für das Land wichtigen „Ökosystemen“. Auch davon könnte der deutsche Cluster-Ansatz lernen, denn in die physischen Cluster alten Musters müssen auch virtuelle globale Netzwerke integriert werden, innerhalb derer im Ausland lebende deutsche Spitzenforscher und ehemals in Deutschland gastierende Wissenschaftler eingebunden werden können. Politische Akteure, die dieses globale digitale Netzwerk-Unternehmertum meistern, werden denen, die sich auf Cluster innerhalb ihrer physischen Landesgrenzen beschränken, voraus sein.

Die Aufhebung der geografischen Begrenzung deutscher Cluster-Ansätze durch eine virtuelle Vernetzung, wie es etwa Kanada vormacht, sind in der Strategie erst in Grundzügen angelegt, sollten aber weiter ausgebaut werden.<sup>56</sup> Ein erstes wichtiges Projekt ist hierbei mit dem anvisierten „Aufbau eines deutsch-französischen Forschungs- und Innovationsnetzwerkes („virtuelles Zentrum“) bereits geplant. Damit wird auch eine Forderung europäischer KI-Wissenschaftler aufgegriffen. Sie sehen die Notwendigkeit für ein *European Lab for Learning & Intelligent Systems* (ELLIS), welches durch eine enge Verzahnung von Forschung und Privatwirtschaft geprägt ist und Forschern langfristige Förderzusagen macht sowie exzellente Forschungseinrichtungen und Rechenleistung zur Verfügung stellt.<sup>57</sup> Um mit den international führenden KI-Forschungszentren mithalten zu können, argumentieren die Wissenschaftler, dass ein Institut für KI-Grundlagenforschung wie ELLIS mindestens eine Ausstattung von 100 Mio. Euro für Infrastruktur und 30 Mio. Euro an jährlichen Forschungsbudgets mit langfristigen Perspektiven benötigen würde. Ob in den angekündigten Mittel von 3 Mrd. Euro entsprechende Summen für die KI-Zentren vorgesehen sind, wird sich noch zeigen müssen. Bisher ist die konkrete Verteilung der Gelder noch nicht beschlossen. Wünschenswert wäre hier eine Beschleunigung von Entscheidungen.

Sollte der Aufbau eines solchen europäischen Gemeinschaftsprojekts zu lange dauern, muss für

den internationalen Anspruch einer „AI Made in Germany“ sichergestellt werden, dass auch die nationalen deutschen Institutionen mit adäquaten Ressourcen ausgestattet sind.

Es braucht Geld, Talent und Vernetzung und das möglichst rasch. Denn die Konkurrenz in Fernost und Nordamerika wartet nicht.

### Empfehlung

Schaffung von Kooperationsmöglichkeiten mit Forschungsnetzwerken außerhalb Europas<sup>58</sup>: Zur internationalen Vernetzung der deutschen KI-Forschung bieten sich nicht nur europäische Universitäten und Forschungseinrichtungen an, wie beispielsweise das geplante deutsch-französische Netzwerk oder das *Alan-Turing-Institute* in Großbritannien.

So gibt es in Kanada drei Institute, das *Institute for Learning Algorithms* (MILA) in Montreal, das *Vector Institute* in Toronto und das *Alberta Machine Intelligence Institute* (AMII) in Edmonton, welche sich als Kooperationspartner für deutsche Forschungseinrichtungen anbieten. Diese Institute widmen sich seit Jahrzehnten der KI-Grundlagenforschung, aktuell insbesondere in den Bereichen *Deep Learning*, Neuronale Netze, Verstärkungslernen, *Pattern Recognition*, *Computer Vision*-Anwendungen, unbeaufsichtigtes Lernen, *Natural Language Processing*, *Deep Networks*, Lerntheorie und Optimierung des *Deep Learning*, statistische Theorie und algorithmische Spieltheorie. Auch in Richtung Osten gibt es interessante Kooperationspartner für deutsche Forschungseinrichtungen. In Japan forschen beispielsweise das *Artificial Intelligence Research Center* (AIRC) unter anderem im Bereich Zusammenspiel von KI und IoT und zu Muster- und Bilderkennung (für Medizin, Sicherheit), das *Center for AI Development* (AIP) in Themenfeldern von KI und Gesellschaft oder das *National Institute of Information and Communication Technology* (NICT), welches sich unter anderem der Schnittstelle zwischen Gehirn und Maschine widmet. Am *Korea Advanced Institute of Science and Technology* arbeitet unter anderem zu Hirnforschung und *emotional intelligence*. Auch Indien ist nicht nur aufgrund seiner Größe, sondern auch wegen der vielfältigen

Gesellschaft – und eines damit einhergehenden heterogenen Datenpools – für KI-F & E hoch interessant. Das trifft insbesondere auf Forschung im Bereich der Spracherkennung zu. Dort sind mögliche Kooperationspartner die KI-Forschungsexzellenzzentren (CORE), die sich der Grundlagenforschung widmen sowie die Internationalen Zentren für Transformativ KI (ICTAIs), deren Fokus stärker auf der Anwendungsforschung liegt. Zwar ist in China die akademische Forschung bisher verhältnismäßig schwach ausgeprägt, dies kann sich mittelfristig aufgrund der immensen Investitionen Chinas ändern. Bereits heute gibt es Einrichtungen wie die Tsinghua Universität, die sich zunehmend auf der globalen Bühne der KI-Forschung einen Namen machen. Die Forschung in China findet ansonsten vor allem durch den Privatsektor statt. In den USA empfiehlt sich die Kollaboration mit fünf bis sechs Zentren, die die Spitze der KI ausmachen: das *Schwarzman College of Computing* am MIT, welches gerade beginnt, sich zwischen Geistes- und Computerwissenschaften interdisziplinär mit dem Thema KI zu beschäftigen; das *Berkeley AI Research Lab* (BAIR), das *Center for Human-Compatible AI* (CHAI) und das *Center for IT Research in the Interest of Society* (CITRIS) der University of California Berkeley; die *Carnegie Mellon University AI Initiative*; das *Human-centered AI* (HAI) Programm der Stanford University; das *Open AI Institute*, welches sich um *OpenSource AI* die Entmonopolisierung von AI bemüht, und das *Allen Institute for AI* (AI2) in Seattle. Eine konzertierte strategische Teilnahme deutscher Akteure an diesen Instituten und Netzwerken, welche über zufällige und individuelle Initiative hinausgeht, müsste sich mittels eines Dashboards aus verschiedenen Zielgrößen erfassen lassen. Nur so kann der Wissensaustausch zwischen den verschiedenen Partnerschaften gezielt moderiert werden.

Neben den direkten Förderinstrumenten, d. h. den Clustern und projektbezogenen Förderprogrammen, fehlen in Deutschland indirekte Förderinstrumente, wie zum Beispiel steuerliche Anreize für F & E. Diese gibt es in einer Mehrzahl der anderen untersuchten Länder (u. a. USA, China, Großbritannien, Japan, Frankreich und Israel).<sup>59</sup> Bereits 2009 forderte der BDI, zehn Pro-

zent des gesamten unternehmerischen F & E-Aufwandes steuerlich absetzbar zu machen.<sup>60</sup> Dieser Ansatz der Forschungsförderung würde allen Unternehmen zugutekommen und eine Ergänzung zu staatlichen Forschungsprogrammen darstellen.

### Empfehlung

Stärkung der angewandten Forschung durch Steueranreize für den Privatsektor: Wie die USA und China, aber auch Japan und Südkorea zeigen, ist die Privatwirtschaft der Treiber von KI-Entwicklungen. Um auch in Deutschland das volle F & E Potenzial der Unternehmen zu entfalten, braucht es auch indirekte Instrumente zur Förderung von F & E als Ergänzung zu den bestehenden Forschungsförderprogrammen. Damit sind insbesondere steuerliche Anreize für Unternehmen gemeint, wie sie bereits im Koalitionsvertrag 2018 vorgesehen sind. Besondere Wirkungen verspricht eine solche Förderung im Kontext von KI, wenn sie auf langfristige Forschungserfolge ausgerichtet ist und Anreize schafft, dass die daraus resultierenden wirtschaftlichen Erträge der weiteren Forschung zugutekommen. Zudem zeigen die Vereinigten Arabischen Emirate mit ihren Sonderwirtschaftszonen (z. B. die Internet City) und Südkorea (*Daedeok Innopolis*), wie durch Steueranreize der Aufbau von Technologie- und Innovationszonen gefördert werden kann.

## V.) Kommerzialisierung

Der Erfolg der deutschen Wirtschaft fußt auf physischen Vermögenswerten. Während in den angelsächsischen Ländern die Kommerzialisierung von KI vor allem durch eine aktive Gründerszene mit einem Zugang zu ausreichend Risikokapital vorangetrieben wird, liegt in Deutschland das Potenzial eher in der etablierten Industrieproduktion sowie dem Mittelstand.<sup>61</sup> Das Konzept „Industrie 4.0“ bringt dies zum Ausdruck, in dem es das Potenzial der Vernetzung von Digitalisierung in der Industrie beschreibt. Dessen Relevanz wird durch die schon heute hohe Anzahl an Robotern in der Fertigungsindustrie unterstrichen (2016: 309 pro 10.000 Angestellte).<sup>62</sup> Nur in Südkorea und in Singapur waren es im Vergleichsjahr mehr (631 bzw. 488).<sup>63</sup> Die deutschen Industrieunternehmen

nutzen jedoch nicht nur Roboter, sondern stellen sie auch selbst her. Nach den USA, befinden sich in Deutschland beispielsweise die meisten Hersteller von Dienstleistungsrobotern (33).<sup>64</sup> Trotz der hohen Durchdringung von Automatisierungstechnologien setzt nur ein Viertel aller Unternehmen bereits KI ein, befasst sich damit, plant dies in naher Zukunft oder hält die Technologie zumindest für wichtig.<sup>65</sup> In den VAE liegt im Vergleich der Anteil der Führungskräfte, die für 2019 Investitionen in KI planen, bei 50 Prozent.<sup>66</sup> Mit einem zwischen 2015 und 2017 durchschnittlichen Anteil von 2,1 Prozent an den international durchsetzungsfähigen KI-Patenten liegt das Land weit hinter den USA (74 Prozent), Japan (fünf Prozent) und der Südkorea (drei Prozent) auf Platz vier.<sup>67</sup> Digitale Akteure, insbesondere Startups, die mit ihrer Agilität und Innovationskraft einen wichtigen Beitrag zur Kommerzialisierung von KI leisten können, tun sich in Deutschland schwer. 106 KI-Startups beheimatete Deutschland,<sup>68</sup> wovon keines zu den Top 100 KI-Startups laut CBInsights 2017 zählte.<sup>69</sup> Mit diesem Wert ist Deutschland auf Platz acht unter den insgesamt 13 verglichenen Ländern. In Gesprächen mit den Autoren der Studie gaben Mitarbeiter von *Innovation Labs* und *Maker Spaces* an, dass Vorbilder fehlen, die zum digitalen Gründen animieren. Die Gründer selbst fordern von der Politik den Abbau von Bürokratie bei der Einstellung von Mitarbeitern aus dem Ausland oder bei der Expansion in andere Märkte sowie Steuervergünstigungen und Unterstützung bei der Kapitalbeschaffung.<sup>70</sup> Der Anteil an den weltweiten Beteiligungsinvestitionen, die in deutsche KI-Startups getätigt wurden, war 2016 mit 2,9 Prozent sehr gering.<sup>71</sup> So sind auch die Möglichkeiten für Startups weiterhin begrenzt, notwendiges Risikokapital für die Wachstumsphase in Europa selbst zu akquirieren und entsprechend international zu skalieren.<sup>72</sup> Dies erschwert die internationale Projektion einer europäischen, KI und hiermit verbundener normativer Errungenschaften, wie etwa die DSGVO .

### Förderung von Unternehmen und Startups:

In der öffentlichen Debatte verengt sich die Diskussion um die Förderung der digitalen Wirtschaft häufig auf den Ausbau von Breitband bzw. Glasfaser. Diese Fokussierung wird der Förderung von

KI allerdings nicht gerecht. Die KI-Strategie erkennt dies und möchte durch viele, jedoch nur vage formulierte Maßnahmen ändern. So sollen unter anderem Transferstrukturen erweitert, Arbeitnehmer durch Weiterbildungen auf das kognitive Zeitalter vorbereitet, Vernetzungsformate entwickelt und KI-Trainer eingestellt werden, die über die „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren“ Unternehmen zur Anwendung von KI beraten. Ähnlich wie in Frankreich, Finnland, Südkorea oder Japan sollen Testfelder und Reallabore eingerichtet werden, zum Beispiel um automatisiertes und vernetztes Fahren zu testen. Um die Durchdringung von KI im deutschen Mittelstand systematisch zu beobachten, sollen eine Landkarte mit KI-Anwendungsbeispielen und ein KI-Monitoring eingeführt werden. Wie ein solches Monitoringssystem aussehen könnte, wurde kürzlich von der Cambrian Group entworfen.<sup>73</sup> Ob diese Maßnahmen ausreichen werden, um den Anschluss an die digitalwirtschaftlichen Machtzentren in China und den USA zu behalten, wird sich zeigen müssen. Unternehmen aus Deutschland werden zunehmend Zulieferer oder Kapitalgeber für Firmen wie Tesla. Dies ist zu begrüßen solange sichergestellt wird, dass die gleichen Unternehmen nicht den Anschluss verlieren und eigene, international wettbewerbsfähige KI in ihren Produkten integrieren. Beobachter gehen davon aus, dass die Zukunft des autonomen Fahrens in den USA oder China und nicht in Deutschland oder Europa entschieden wird.<sup>74</sup> Zudem fließt Spitzentechnologie durch Übernahmen ins Ausland ab, wie der Fall KUKA zeigt, einem weltweit führenden Robotikhersteller, der 2016–17 durch chinesische Investoren übernommen wurde. Um strategische Schlüsselindustrien besser zu schützen, wurde die Außenwirtschaftsverordnung 2017 in einem ersten Schritt und 2018 in einem weiteren Schritt verschärft.<sup>75</sup> Im Rahmen dessen sind u. a. eine Reihe von Wirtschaftssektoren hinzugefügt worden, innerhalb derer ausländische Übernahmen melde- und teils genehmigungspflichtig sind. Dies muss jedoch mit einer Gefährdung der nationalen Sicherheit begründet werden. Anzudenken wäre hierbei eine institutionelle Lösung zum Schutze digitaler Schlüsseltechnologien einzusetzen, wie es in den USA mit dem *Committee on Foreign Investment in the United States* existiert.

Im Gegensatz zur Förderung der etablierten Wirtschaft, ist die Liste der Maßnahmen zur „Erweckung von Gründungsdynamiken“, also der Stärkung von Ökosystemen für Startups erstaunlich kurz: Ausbau von Gründungsberatung, Ausweitung der öffentlichen Förderung im Bereich Wagniskapital (inkl. der Erhöhung des Investitionsvolumens der KfW in *Venture-Capital-* und *Venture-Debt-Fonds* bis zum Jahr 2020 auf 200 Millionen Euro pro Jahr) und die Stärkung kollaborativer Innovation im Rahmen einer *Digital-Hub-Initiative* sind geplant. Um Akteure der digitalen Wirtschaft zu unterstützen, die international skalieren und somit Deutschlands komplementäre Beiträge auch im Wertschöpfungsprozess dieses Wirtschaftssegments global zu positionieren, benötigt es neben der essentiellen Weiterentwicklung des europäischen digitalen Binnenmarktes auf EU-Ebene zugleich auch leistungsfähiger Ökosysteme.

### Empfehlung

Förderung von Gründern durch leistungsfähigere, global digital vernetzte und finanzstarke Ökosysteme: Global-vernetzte digitale Ökosysteme sind, wie oben erwähnt, anders als Cluster, an keinen Ort gebunden. Außerdem zeichnen sie sich durch eine hohe Vielfalt an Akteuren und eine höhere Durchlässigkeit von Innovationen aus unterschiedlichen Fachbereichen aus. Vor diesem Hintergrund sollten alle Maßnahmen der KI-Strategie auf ihre Zugänglichkeit für Startups und Investoren geprüft und als gesamteuropäisches und nicht nationales Konzept gedacht werden. Dazu zählen auch die Maßnahmen zur Kommerzialisierung geistigen Eigentums von Universitäten, der Abbau von Bürokratie ebenso wie die Einrichtung regulatorischer Sonderzonen. Zur Verbesserung des Kapitalzugangs könnte die bereits vorgesehene Förderung im Bereich Wagniskapital ein wichtiger Startpunkt sein. Umfassende Hebelwirkungen auf dem *Venture Capital*-Markt ließen sich durch Steuererleichterungen für Anleger von *Venture Capital*-Fonds erreichen. Ein Modell das beispielsweise Großbritannien und Frankreich verfolgen. In eine ähnliche Richtung geht der Plan der Briten. Demnach sollen Rentenfonds Investitionen in Vermögenswerte ermöglicht werden, die innovative



Unternehmen fördern. Darüber hinaus ist die steigende Anzahl an Millionären in Deutschland ein wichtiger Pool an potenziellen *Angel*-Investoren – die in den Startup-Ökosystemen eine wichtige Kapitalquelle am Anfang der Finanzierungskette von Jungunternehmern darstellen. Dieses Potenzial ist kaum erschlossen. Das israelische *Angels-Law* – das solchen Investoren erlaubt, bis zu 1,2 Mio. Euro pro Startup als laufende Aufwendungen von der Steuer abzusetzen – kann dabei als gutes Beispiel dienen. Die Agentur für Sprunginnovation könnte beim Aufsetzen von Förderlinien zudem von der israelischen Innovationsagentur IIA oder von „*Business Finland*“ lernen. Des Weiteren würde sich die Kombination aus Gründerkapital und Mentorenplattformen anbieten, denn der Erfahrungsschatz von älteren Gründern oder globalen Netzwerkern ist genauso wertvoll wie finanzielle Ressourcen. Auch deutsche Industrieunternehmen könnten sich daran beteiligen und so frühzeitig Zugang zu jungem Talent und Ideen bekommen. Hier dienen US-amerikanische Organisationen wie *Y-Combinator* oder die *Band of Angels* als Vorbild. Allerdings ist Vorsicht geboten, denn Inkubatoren und *Accelerator* gibt es zuhauf und die wenigsten von ihnen sind in sich nachhaltig aufgestellt. Ähnlich wie bei der Empfehlung 10 müsste sich mittels eines Dashboards aus verschiedenen Zielgrößen erfassen lassen, wie effektiv diese Partnerschaften Ziele verfolgen, um dann darauf basierend, einen Wissensaustausch zwischen den verschiedenen Partnerschaften gezielt moderieren zu können.

**Regulierung:** Bereits im Juni 2017 ist ein einheitlicher gesetzlicher Rahmen für Kraftfahrzeuge mit weiterentwickelten automatisierten Systemen in Kraft getreten.<sup>76</sup> Demnach sind autonome Fahrten auf Straßen möglich, für die die automatisierten Systeme entwickelt wurden, nicht jedoch Fahrten ohne Fahrer. Obwohl dies keine signifikante Steigerung autonomer Fahrzeuge auf deutschen Straßen zur Folge hatte, sieht die Strategie im bestehenden Ordnungsrahmen „bereits eine stabile Grundlage mit hohen Standards“. Über die genannten Testzonen, Reallabore und Berücksichtigung von „Ethikaspekten in der Normung und Standardisierung für KI in autonomen Maschinen und Fahrzeugen“ hinaus, ist

kein weiterer Regulierungsansatz für autonome Systeme vorgesehen. Dagegen legt die Bundesregierung in der Strategie einen Augenmerk auf die Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit von KI-basierten Entscheidungsprozessen, die Förderung von Anwendungen zur sozialen Teilhabe von Bürgern unter Berücksichtigung der Privatsphäre sowie die „Anpassung des urheberrechtlichen Rechtsrahmens, um *Text*- und *Data-Mining* (TDM) für kommerzielle wie für nicht-kommerzielle Zwecke zu erleichtern“. Auch bringt die Strategie den Anspruch zum Ausdruck, sich stärker in die Entwicklung von KI-Standards auf europäischer und internationaler Ebene einzubringen. Dies wird aber bisher nicht mit konkreten Vorschlägen untermauert und wird nur dann erfolgreich sein, wenn die deutsche Wirtschaft und Forschung auch weiterhin einen Beitrag zur globalen KI-Wertschöpfung leistet. Ebenso wichtig wie *safeguards*, die die Gesellschaft vor negativen Konsequenzen von KI schützen, ist auch hier die Förderung eigener KI-Entwicklungen, um global auch als Stimme wahrgenommen zu werden.

### Empfehlung

Förderung von Austausch und Hospitationen für öffentliche Angestellte: Die Entwicklung einer effektiven Regulierung setzt den engen Austausch zwischen den Akteuren sowie unter den Beamten ein Verständnis der Technologie und ihren Folgen voraus. Menschen aus unterschiedlichen Disziplinen und Perspektiven ins Gespräch und in die Zusammenarbeit zu bringen, ist daher ein wesentlicher Bestandteil für eine bedachte und zugleich fördernde Regulierung. Dies gilt umso mehr mit Blick auf die Komplexität von KI. Vor diesem Hintergrund erkannte bereits die Obama-Regierung die Notwendigkeit von Hospitationsprogrammen zwischen Unternehmen, Wissenschaft und Regierung. Auch in anderen Ländern, wie zum Beispiel in Singapur und Finnland, gibt es ähnliche Programme. Leider stoßen solche Konzepte in Deutschland oft auf Widerwillen, denn es werden präventiv Interessenkonflikte zwischen Staat und Wirtschaft vermutet. Dem kann jedoch über ethisch-rechtliche Leitlinien, transparente Projektmandate und vertragliche Verpflichtungen der jeweiligen Partner entgegengewirkt werden. Hierzu empfiehlt es

sich, Kontakte zu entsprechenden Entscheidern in diesen Ländern aufzunehmen, um Anregungen für ethisch saubere Regelungen zu finden.

**Staat als Nutzer:** Obwohl eine Umfrage des Weltwirtschaftsforums dem deutschen Beschaffungswesen eine zentrale Rolle als Innovationstreiber zuschreibt<sup>77</sup> und es laut der Strategie eine Vorreiterrolle in der Nutzung von KI einnehmen soll, wird KI in der deutschen Verwaltung bisher nur in sehr begrenzten Anwendungsfällen eingesetzt. Dazu zählt beispielsweise die Analyse der Eingangspost im Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), der Test einer biometrischen Gesichtserkennung am Bahnhof Berlin-Südkreuz durch die Bundespolizei oder die Wahrnehmung von Flugsicherungsaufgaben.<sup>78</sup> Wie die stärkere Nutzung von KI durch öffentliche Behörden gestärkt werden kann, ist ein Feld, das in der deutschen KI-Strategie ausbaufähig ist. Gegenwärtig ist lediglich festgehalten, dass neben den regulären Verwaltungsdienstleistungen auch die Einsatzfelder von KI in den Sicherheitsbehörden geprüft werden sollen. Die Chance, mittels der Verwendung von KI in Behörden der breiten Öffentlichkeit den praktischen Nutzen von KI zu verdeutlichen, sollte noch entschlossener genutzt werden.

### Empfehlung

Stärkung des Staates als Nutzer von KI: Wie die Obama-Regierung bereits feststellte, kann der Staat mit seinem Beschaffungswesen die Entwicklung ethischer KI stimulieren und das nationale Innovationsökosystem durch eine entsprechende Nachfrage für gesellschaftliche Anwendungen stärken. Ähnliche Ansätze finden sich auch in China im Bereich von *Smart City*, in Großbritannien und den VAE im Bereich verbesserter Regierungsleistungen oder in Japan beim Katastrophenschutz. Um an die technischen Lösungen zu gelangen, haben sich die amerikanischen und britischen Innovationswettbewerbe als funktionierendes Instrument erwiesen. Die Gewinner der Wettbewerbe der *Defense Innovation Unit* (DIUX), der Innovationsagentur des amerikanischen Verteidigungsministeriums, erhalten beispielsweise Kapital in Form von pilothaften Beschaffungsverträgen. Darüber hinaus

erhalten die Gewinner bei einer erfolgreichen Implementierung der innovativen technischen Lösung einen vereinfachten Zugang zu Folgeaufträgen. Davon profitieren nicht nur kleine und mittelständische Unternehmen, sondern explizit auch Startups. Der „wettbewerbliche Dialog“ und „Innovationspartnerschaften“ sind zwei Formen des Vergabeverfahrens nach europäischem Vergaberecht, die bereits verstärkt von Frankreich genutzt werden, könnten hierfür die Grundlage bilden. Um jedoch auch Startups die Möglichkeit zu bieten, als Zulieferer der öffentlichen Hand zu dienen, müssen die Hürden zur Teilnahme an den Vergabeprozessen weiter gesenkt werden. DIUX trifft beispielsweise Vergabeentscheidungen innerhalb von 90 Tagen, was auch als Maßstab in Europa dienen sollte. Frankreichs Behörden (*La French Tech*) wiederum siedeln sich bewusst in der Nähe der Innovationsökosysteme an, um die Potenziale und Risiken von KI-Entwicklungen eng zu begleiten. Auch die „Innopolis“ in Südkorea beherbergt Regulierungsbehörden in der Nähe von Entwicklern aus Wirtschaft und Wissenschaft an. Neben der technologischen Dimension birgt KI auch das Potenzial, Verwaltungshandeln neu zu definieren. In Großbritannien und den Vereinigten Arabischen Emiraten steht hierbei aber zunächst die Neu- und Umgestaltung von Verwaltungsprozessen an erster Stelle, an die sich dann erst die technologische Unterstützung anschließt. Dies hat sich als Erfolgsmodell bewährt. Beide Staaten haben ihr eigenes Innovationsmanagement etabliert und arbeiten mit nutzerzentrierten Methoden wie *Design Thinking*, um neue Dienstleistungen an den Bedürfnissen von Bürgern und Wirtschaft zu orientieren. Hierfür müssen Anreize und Unterstützungsstrukturen für Behörden geschaffen werden, wie beispielsweise der *Design Council* in Großbritannien. Dieser berät Behörden darin, eigene Prozesse und Produkte auf nutzerzentrierte Weise zu entwickeln bzw. anzupassen. Im kleineren Rahmen unterstützt *Business Finland* Verwaltungen bei der Entwicklung von nutzerzentrierten KI-Lösungen. Für die Förderung von technologischen Innovationen im Sicherheitsbereich bzw. Stärkung von Kapazitäten bei der *Cyber Defense* lohnt zudem eine vertiefte Analyse des Rekrutierungs- und Ausbildungssystem des israelischen Militärs.

- 
- 4 Bundesregierung, 2018b.
- 5 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 6 Weltweit Platz 15 im Open Data Barometer, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 7 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 8 Statista, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 9 The Economist, 2018.
- 10 CSRanking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 11 Hensellek, Kensbock, Kollmann, Stöckmann, 2017: 27, 33.
- 12 Giersberg, 2018.
- 13 Bundesregierung, 2018a: 35.
- 14 Deutscher Bundestag, 2018: 7.
- 15 BMI, 2018a.
- 16 Michael Meister (CDU), parlamentarischer Staatssekretär im BMBF, kündigte im Rahmen einer von der FDP Bundestagsfraktion organisierten Diskussionsveranstaltung zum Thema „Agentur für Sprunginnovation – zahnloser Tiger oder radikale Neuerung?“ an, dass Mitte 2019 mit der Eröffnung gerechnet werde. Damit liegt der Aufbau der Agentur ein halbes Jahr hinter den Planungen zurück (Wiarda, 2019).
- 17 BMBF, 2018.
- 18 Cyber Valley, k. D.
- 19 Deckler, 2018; Hecking, 2018.
- 20 Gespräche der Autoren mit Beamten des BMI.
- 21 Vgl. Kapitel USA, Teil 1.
- 22 Esposito, Tse, Entsminger, 2018.
- 23 Lee, 2018:169–170.
- 24 Suche (Volltext) „Künstliche Intelligenz“ im Maßnahmenkatalog der Hightech Strategie (<https://www.hightech-strategie.de/de/massnahmen-1697.php>).
- 25 Ebenda.
- 26 Aktuelle Fördermaßnahmen adressieren digitale Spitzentechnologien wie autonome Systeme, Künstliche Intelligenz, Robotik, Visualisierung (*Augmented Reality, Virtual Reality, 3D*), *Blockchain, Smart Living, Cloud Computing, Smart Services* sowie Ökosysteme (Plattformen).
- 27 BMI, 2018b.
- 28 Billen, 2018.
- 29 Machmeier, 2018.
- 30 Esposito, Groth, Nitzberg, 2018.
- 31 DFKI, bitkom, 2017: 9.
- 32 DFKI, bitkom, 2017: 9.
- 33 Harhoff, Heumann, Jentzsch, Lorenz, 2018: 9.
- 34 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 35 Deutscher Bundestag, 2018: 4.
- 36 Harhoff, Heumann, Jentzsch, Lorenz, 2018: 10–11.
- 37 BMWi, 2017a: 44.
- 38 DFKI, k. D.
- 39 Diese sind: Smarte Daten & Wissensdienste, Cyber-Physical Systems, Multilinguale Technologien, Planbasierte Robotersteuerung, Educational Technology Lab, Interaktive Textilien, Robotics Innovation Center, Innovative Retail Laboratory, Institut für Wirtschaftsinformatik, Eingebettete Intelligenz, Smart Service Engineering, Intelligente Analytik für Massendaten, Sprachtechnologie, Innovative Fabriksysteme, Intelligente Netze, Agenten und Simulierte Realität, Erweiterte Realität und Kognitive Assistenzsysteme.
- 40 Universität Bielefeld, CISP Helmholz Zentrum, Max-Planck-Institut, RWTH Aachen, TU Braunschweig, TU Darmstadt, TU Dresden, TU München, Universität Freiburg, Universität Konstanz, Universität Passau und Universität Stuttgart.
- 41 CSRanking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 42 Die Bundesregierung zählt 20 Hochschulen mit einem KI-Schwerpunkt in Informatik-Studiengängen (Deutscher Bundestag, 2018: 4). Hinzukommen Institutionen, die nicht ausbilden, wie zum Beispiel das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI).
- 43 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 44 Ebenda.
- 45 SJR, 2017.
- 46 BMBF, k. D.a.
- 47 BMBF, 2017.
- 48 Ebenda.
- 49 Kempf, 2014.
- 50 In den USA liegen die Einstiegsgehälter bei 300.000 bis 500.000 US Dollar. In Deutschland liegt das Spitzengehalt von Professoren bei knapp über 100.000 Euro. (Armbruster, 2018b; Metz, 2017; Burchard, 2017).
- 51 Bundesregierung, k. D.
- 52 GAIN, k. D.
- 53 Gespräche der Autoren mit Wissenschaftlern an deutschen Universitäten.
- 54 BMWi, BMBF, k. D.
- 55 <https://konfer.online>.
- 56 Das im Koalitionsvertrag geplante deutsch-polnische Zentrum für digitale Innovationen in der Systemforschung findet in der Strategie keine Erwähnung.
- 57 ELLIS, k. D.
- 58 Vgl. Teil 1 und 2 der Studie „Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz“.
- 59 Ernest and Young, 2018.
- 60 BDI, 2018a.
- 61 The Motley Fool, 2017; Otte, 2018.
- 62 IFR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 63 Ebenda.
- 64 Statista, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 65 BMWi, 2018.
- 66 Elsaadani, Hakutangwi, Purdy, 2018: 5–6.
- 67 M-Cam, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 68 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 69 CB Insights, 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 70 Hensellek, Kensbock, Kollmann, Stöckmann, 2017: 34, 58.
- 71 Ebenda.
- 72 Aridogan, 2018.
- 73 <https://www.cambrian.ai/fair-index>.
- 74 Lee, 2018: 104–139.
- 75 BMWi, 2017b; BDI, 2018b.
- 76 Deutscher Bundestag, 2017.
- 77 World Economic Forum, 2017: 126–127 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 78 Deutscher Bundestag, 2018: 12–14.

## Methodologie Cambrian KI Index ©

---

Im Zuge der Analyse hat dieser Bericht die Länder entlang von Indikatoren bewertet, die im Zusammenhang mit den Voraussetzungen eines Landes, der Forschung und Entwicklung sowie der Kommerzialisierung von KI stehen. In dem Versuch, diese Indikatoren zu integrieren und die KI-Position eines Landes im internationalen Vergleich zu bestimmen, wurde der Cambrian KI Index © entwickelt. Der Cambrian KI Index besteht aus den genannten drei Segmenten, die sich wiederum aus unterschiedlichen Komponenten zusammensetzen, für die ein oder mehrere Proxy-Indikatoren identifiziert wurden. Die Methodik muss präzisiert werden, da der Index durch Proxy-Messungen begrenzt ist, für die zuverlässige und vergleichbare Daten aus den unterschiedlichen Ländern verfügbar sind. Der Grund für die Nutzung der Proxies liegt darin, dass das Feld der KI in seiner neuesten Phase nur in begrenztem Masse messbare Outputs vorzuweisen hat. Dies wird sich voraussichtlich in den nächsten Jahren ändern, da sich auch die Begleitforschung zu KI rasch weiterentwickelt.

Die Werte der unterschiedlichen Proxy sind indexiert von 0 bis 1, wobei die USA den *Benchmark* Wert 1 repräsentieren, gegen den die anderen Länder gemessen werden. Die USA wurden aufgrund der internationalen Führungsposition in KI als Referenzland ausgewählt. Der Mittelwert der indexierten Proxy-Werte einer Komponente, ergeben den Komponentenzwischenwert. Die Mittelwerte aller Komponenten eines Segmentes, ergeben wiederum den Gesamtwert des Segmentes. Die Mittelwerte der drei Segmente resultieren im umfassenden Cambrian KI Index. Eine Gewichtung wurde weder auf Proxy-, Komponenten- noch Segmentebene vorgenommen, da für eine adäquate Gewichtung fundierte empirische Studien erforderlich sind.

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
<b>Allgemeine Voraussetzungen</b>		<b>Network Readiness Index Value (2016)</b> Erläuterung: Der Index gibt Aufschluss über die Leistung der Volkswirtschaften bei der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Steigerung von Wettbewerbsfähigkeit, Innovation und Wohlbefinden. Damit dient er als Proxy für die Rahmenbedingungen von KI.	Umfrage auf Basis einer Skala von 1 (schlechteste) bis 7 (beste)  World Economic Forum: <a href="https://widgets.weforum.org/gitr2016/">https://widgets.weforum.org/gitr2016/</a>
	<b>Daten</b>	<b>Open-Data Barometer (2016)</b> Erläuterung: Neben Einzelpersonen mit Internetzugang und Unternehmen ist der öffentliche Sektor die dritte wichtige Quelle für KI-relevante Daten. Das Open-Data Barometer bewertet Regierungen weltweit in deren Bereitschaft zu und Umsetzung von Open-Data-Initiativen. Zudem werden die Auswirkungen von Open-Data auf Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft gemessen.	Das Open-Data Barometer wird erhoben durch Experteninterviews, Selbstbewertungen von Regierungen und sekundärer Datenquellen.  World Wide Web Foundation: <a href="https://opendatabarometer.org">https://opendatabarometer.org</a>
		<b>Anzahl der Internetnutzer (2016)</b> Erläuterung: Internetnutzer sind Personen, die das Internet (von jedem Ort aus) über Computer, Mobiltelefon, über persönliche digitale Assistenten, Spielautomaten, digitales Fernsehen etc. in den letzten drei Monaten genutzt haben. Dieser Proxy misst die Internetnutzer in absoluten Zahlen statt als prozentualen Anteil an der Bevölkerung, da für KI die Quantität von Daten zählt.	World Bank: <a href="https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS">https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS</a>
	<b>Rechenleistung</b>	<b>Anzahl der 500 leistungsstärksten Supercomputer pro Land (2018)</b> Erläuterung: Auch wenn Rechenleistung grenzüberschreitend genutzt werden kann, ist die Verfügbarkeit von Supercomputern zur Bewältigung von großen Datenmengen und stetig komplexer werdenden Algorithmen ein strategischer Faktor für eine Nation.	Top 500 zählt und listet halbjährlich (Juni und November) die öffentlich bekannten und zugänglichen Supercomputer. Möglicherweise existieren darüber hinaus militärische Hochleistungsrechner, die nicht bekannt sind.  Top500.org: <a href="http://www.top500.org">www.top500.org</a>

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
		<p><b>Anzahl der 10 leistungsstärksten Supercomputer pro Land (2018)</b>                      Erläuterung: Die Top 10 der 500 leistungsstärksten Supercomputer zeigt auf, dass in einzelnen Ländern, bspw. China, zwar die meisten Supercomputer installiert sind, nicht aber die leistungsfähigsten.</p>	<p>Top500.org:  <a href="http://www.top500.org">www.top500.org</a></p>
		<p><b>Umsatz führender Halbleiterproduktionsfirmen in Milliarden USD (2017)</b>                      Erläuterung: Der Umsatz von Halbleiterfirmen pro Land gibt über die Dominanz und damit Innovationskraft in diesem Industriesegment Aufschluss. Auch wenn die Produktion von Halbleitern keine Aussage über die Nutzung von Halbleitern erlaubt, sind die Produktionskapazitäten ein strategischer Faktor für eine Nation.</p>	<p><b>China:</b>                      HiSilicon Technologies                      Uni Group                      Sanechips                      Huada                      Goodix</p> <p><b>Japan:</b>                      Toshiba                      Renesas Electronics                      Sony                      ROHM Semiconductor</p> <p><b>Republik Korea:</b>                      Samsung Electronics                      SK Hynix</p> <p><b>USA:</b>                      Intel                      Micron Technology                      Broadcom                      Qualcomm                      Texas Instruments                      NVIDIA                      Skyworks Solutions                      SanDisk / Western Digital                      Analog Devices                      ON Semiconductor                      Freescale Semiconductor                      AMD</p> <p><b>Statista:</b>  <a href="https://www.statista.com/statistics/271553/worldwide-revenue-of-semiconductor-suppliers-since-2009">https://www.statista.com/statistics/271553/worldwide-revenue-of-semiconductor-suppliers-since-2009</a>                      ergänzt um die Auswertungen einzelner Jahresabschlüsse</p>

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
		<p><b>Anzahl führender Halbleiterproduktionsfirmen (2017)</b>  Erläuterung: In Ergänzung zu den o. g. Proxies, gibt die Anzahl der Halbleiterfirmen Aufschluss über die Stärke des Halbleiterökosystems eines Lands.</p>	<p>Statista, ergänzt um eine weiterführende Recherche (s. o.)</p>
		<p><b>Umsatz mit FPGA-Chips in Millionen USD (2016)</b>  Erläuterung: Intel und Microsoft setzen darauf, dass FPG-Chips in Zukunft die dominante KI-Hardware sein werden. Ein kürzlich von Intel-Ingenieuren veröffentlichtes Papier mit dem Titel „Can FPGAs Beat GPUs in Accelerating Next-Generation Deep Neural Networks?“ liefert einige der technischen Gründe für diese Hypothese. Es gilt zu beachten, dass sich die Industrie seit 2016 stark weiterentwickelt hat (siehe Kapitel zu China).</p>	<p>EE Times:  <a href="https://www.eetimes.com/author.asp?doc_id=1331443">https://www.eetimes.com/author.asp?doc_id=1331443</a></p> <p>Nurvitadhi, E.; Venkatesh, G.; Sim, J.; Marr, D.; Huang, R.; Ong, J. G. H.; Liew, Y. T.; Srivatsan, K.; Moss, D.; Subhaschandra, S.; Boudoukh, G. (2017): Can FPGAs Beat GPUs in Accelerating Next-Generation Deep Neural Networks?  <a href="http://jaewoong.org/pubs/fpga17-next-generation-dnns.pdf">http://jaewoong.org/pubs/fpga17-next-generation-dnns.pdf</a></p>
	Humanressourcen	<p><b>Anzahl der Studierenden, die in allen Programmen in der Tertiärbildung eingeschrieben sind, beide Geschlechter (2016)</b>  Erläuterung: KI gilt als Basistechnologie, weshalb die Anzahl an Studenten pro Land fachübergreifend als Proxy für den Umfang qualifizierter Humanressourcen steht.</p>	<p>UNESCO:  <a href="http://data.uis.unesco.org">http://data.uis.unesco.org</a></p>
		<p><b>Geschätzte Anzahl der Masterabsolventen in KI-relevanten Bereichen, von Informatikinsti-tuten mit aktiv forschenden Lehrkräften</b>  Erläuterung: Masterabsolventen in den o. g. Bereichen geben Aufschluss über die Größe des Nachwuchspools für KI-Forschung und -Kommerzialisierung. Die Anzahl an Doktoranden ordnet der Index dagegen dem Segment „Forschung und Entwicklung“ zu.</p>	<p>Die Schätzung basiert auf der Anzahl an Lehrkörpern an Informatikinsti-tuten, die in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Computer Vision, Machine Learning &amp; Data Mining, Natural Language Processing und Robotik seit 2016 aktiv forschen, d. h., deren Publikationen auf relevanten Konferenzen erschienen sind.</p> <p>Zur Ermittlung der jährlichen Anzahl an Masterabsolventen wurde die</p>

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
			<p>Anzahl der Lehrkörper mit dem Faktor 7 multipliziert. Dieser Faktor wurde von Mark Nitzberg, Chief Scientist für Cambrian und Leiter des UC Berkeley CHAI, auf Basis einer zufälligen Stichprobe an Top-KI-Forschungslaboren in den USA ermittelt (mögliche regionale/nationale Unterschiede wurden nicht berücksichtigt).</p> <p>CSRanking:  <a href="http://csrankings.org/#/index?none">http://csrankings.org/#/index?none</a></p>
<b>Forschung und Entwicklung</b>	<b>Allgemeine F &amp; E</b>	<p><b>Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung in Mrd USD (2016)</b>                      Erläuterung: Die Bruttoinlandsausgaben setzen sich zusammen aus den F &amp; E-Investitionen des Privatsektors, der Regierung, der Hochschulen und der Zivilgesellschaft. Dieser Proxy wird in absoluten Ausgaben in USD im Unterschied zum prozentualen Verhältnis am BIP dargestellt, um den globalen und mobilen Wertschöpfungsketten von KI Rechnung zu tragen.</p>	<p>Die Daten liegen in der jeweiligen nationalen Währung vor. Zur Vergleichbarkeit wurden alle Werte in USD umgerechnet (durchschnittlicher Wechselkurs des Jahres 2016). Die Ausgaben aus 2016 von Singapur und Indien sind nicht verfügbar, weshalb sie anhand historischer Werte projiziert wurden.</p> <p>UNESCO  <a href="http://data.uis.unesco.org">http://data.uis.unesco.org</a></p>
		<p><b>Anzahl der Forscher pro 1 Million Einwohner (2016)</b>                      Erläuterung: Die „Dichte“ an Forschern ist ein Proxy für die Serendipität in der Forschung in einem Land. Die Bedeutung von Serendipität im Bereich der KI ist hoch, da es sich bei KI um eine Basistechnologie mit praktisch unbegrenzten Anwendungsbereichen handelt.</p>	<p>UNESCO  <a href="http://data.uis.unesco.org">http://data.uis.unesco.org</a></p>
	<b>KI-relevante F &amp; E (Input)</b>	<p><b>Anzahl Informatikinstitute mit aktiv forschenden Lehrkräften in KI-relevanten Bereichen</b>                      Erläuterung: Die Anzahl der Informatikinstitute gibt Aufschluss über die Größe des relevanten F &amp; E-Ökosystem.</p>	<p>Anzahl an Lehrkörpern an universitären Informatikinstitutionen, die in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Computer Vision, Machine Learning &amp; Data Mining, Natural Language Processing und Robotik seit 2016 aktiv forschen, d. h., deren Publikationen auf relevanten Konferenzen erschienen sind.</p> <p>CSRanking 2016–2018:  <a href="http://csrankings.org/#/index?none">http://csrankings.org/#/index?none</a></p>



Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
		<p><b>Anzahl Lehrkörper, die in KI-relevanten Bereichen aktiv forschen</b></p> <p>Erläuterung: Die Anzahl der Lehrkräfte ist ein Proxy für Forschung und Ausbildung von qualifizierten Humanressourcen eines Lands.</p>	<p>Anzahl an Lehrkörpern an universitären Informatikinstitutionen, die in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Computer Vision, Machine Learning &amp; Data Mining, Natural Language Processing und Robotik seit 2016 aktiv forschen, d. h., deren Publikationen auf relevanten Konferenzen erschienen sind.</p> <p>CSRanking 2016–2018:  <a href="http://csrankings.org/#/index?none">http://csrankings.org/#/index?none</a></p>
		<p>Geschätzte Anzahl der Promovenden, die von Lehrkörpern betreut werden, die aktiv in KI-relevanten Bereichen forschen</p> <p>Erläuterung: Die Anzahl der Promovenden gibt Aufschluss über die F &amp; E-relevanten Humanressourcen eines Lands.</p>	<p>Die Schätzung basiert auf der Anzahl an Lehrkörpern an universitären Informatikinstitutionen, die in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Computer Vision, Machine Learning &amp; Data Mining, Natural Language Processing und Robotik seit 2016 aktiv forschen, d. h., deren Publikationen auf relevanten Konferenzen erschienen sind.</p> <p>Zur Ermittlung der jährlichen Anzahl an Promovenden wurde die Anzahl der Lehrkörper mit dem Faktor 4 multipliziert. Dieser Faktor wurde von Mark Nitzberg, Chief Scientist für Cambrian und Leiter des UC Berkeley CHAI, auf Basis einer zufälligen Stichprobe an Top-KI-Forschungslaboren in den USA ermittelt (mögliche regionale/nationale Unterschiede wurden nicht berücksichtigt).</p> <p>CSRanking 2016–2018:  <a href="http://csrankings.org/#/index?none">http://csrankings.org/#/index?none</a></p>

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
	<b>KI-relevante F &amp; E (Input)</b>	<p><b>Anzahl der zitierbaren Publikationen im Themenbereich KI (2017)</b>                      Erläuterung: Die Anzahl der zitierbaren Publikationen im Themenbereich KI gibt Aufschluss über die wissenschaftliche Produktivität eines Lands im Bereich KI.</p>	<p>Scimago Journal &amp; Country Rank:  <a href="https://www.scimagojr.com">https://www.scimagojr.com</a></p> <p>Vgl. die dort ausgeführte Methodik</p>
		<p><b>Einfluss der Publikationen im Themenbereich KI (2017)</b>                      Erläuterung: Der Einfluss der Publikationen ist ein Proxy für die Qualität und Innovationskraft der Forschung im Bereich KI.</p> <p>Es ist unbekannt, ob der Index Ko-Autoren und deren Nationalität berücksichtigt.</p>	<p>Der Einfluss der Publikationen wird auf Basis des H-Index gemessen. Die Kennzahl basiert auf bibliometrischen Analysen, d. h. auf Zitationen der Publikationen des Wissenschaftlers.</p> <p>Scimago Journal &amp; Country Rank:  <a href="https://www.scimagojr.com">https://www.scimagojr.com</a></p>
<b>Kommerzialisierung</b>	<b>Wissens- und Technologietransfer</b>	<p><b>Zusammenarbeit zwischen Universität und Industrie bei Forschung und Entwicklung (2017-2018)</b>                      Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss über den Wissens- und Technologietransfer zwischen Universitäten und Privatsektor.</p>	<p>Meinungsumfrage unter Führungskräften: Inwieweit arbeiten in ihrem Land Wirtschaft und Universitäten bei Forschung und Entwicklung (F &amp; E) zusammen? (1 = überhaupt nicht; 7 = intensiv, gewichteter Durchschnitt)</p> <p>World Economic Forum:  <a href="https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018">https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018</a></p>
		<p><b>Öffentliche Beschaffung von Spitzentechnologie (2017-2018)</b>                      Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss über die Anreize, die der öffentliche Sektor durch Nachfrage für bestimmte Technologien und damit Innovationen setzt.</p>	<p>Meinungsumfrage unter Führungskräften: „Inwieweit fördern in Ihrem Land staatliche Kaufentscheidungen die Innovation?“ (1 = überhaupt nicht; 7 = zu einem großen Umfang, gewichteter Durchschnitt)</p> <p>World Economic Forum:  <a href="https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018">https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018</a></p>

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
	<b>Patente</b>	<p><b>KI-Patente (mit internationaler Durchsetzungserwartung) nach Assignee Country in % (Durchschnitt der Jahre 2015, 2016 und 2017).</b></p> <p>Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss über die Patentaktivitäten der Firmen eines Lands. Dennoch steht dieser Proxy unter Vorbehalt, da die Patente nichts über die Qualität einer Innovation aussagen und häufig lediglich inkrementeller Natur sind.</p>	<p>Obwohl verschiedene Quellen darauf hindeuten, dass China die USA in Bezug auf KI-bezogene Patentpublikationen überholt hat, haben die meisten chinesischen Patente keine internationalen Äquivalente und sind daher außerhalb Chinas nicht durchsetzbar.</p> <p>Die Patente erfassen sowohl KI als auch Machine Learning und Deep Learning.</p> <p>Hinweis: Der Prozess der Patentanmeldung zur Patentpublikation ist mit einer erheblichen Zeitverzögerung verbunden, weshalb die Zahlen auch noch rückwirkend variieren können.</p> <p>Recherche von M-Cam: <a href="https://www.m-cam.com">https://www.m-cam.com</a></p>
	<b>KI-Startup-Landschaft</b>	<p><b>Anzahl der KI-Startups (2017)</b></p> <p>Erläuterung: Die Anzahl der KI-Startups gibt Aufschluss über die Vielfältigkeit der Potenziale von KI sowie die Innovationskraft der Volkswirtschaften.</p>	<p>Die Datenerhebung konzentrierte sich ausschließlich auf Startups, die in der KI-Technologiebranche tätig sind, und ignorierte Unternehmen, die sich mit anderen digitalen Themen und Technologien befassen. Es handelt sich dabei um Startups, die KI-Lösungen produzieren. Startups, die bestehende KI-Lösungen auf dem Markt zur Entwicklung neuer Dienstleistungen oder Produkte nutzen, sind ausdrücklich ausgeschlossen.</p> <p>Asgard und Roland Berger/Lemaire, A.; R. Lucazeau, H.; Carly, E.; Rappers, T.; Westerheide, F. (2018): <a href="https://asgard.vc/global-ai">https://asgard.vc/global-ai</a></p>
		<p><b>Die 100 einflussreichsten KI-Startups (2017)</b></p> <p>Erläuterung: Während der o. g. Proxy die Quantität der KI-Startups wiedergibt, ist die Anzahl der KI-Startups in der Liste der 100 einflussreichsten KI-Startups pro Land ein Proxy für die Qualität bzw. das Zukunftspotenzial der Unternehmen.</p>	<p>Die Unternehmen wurden aus einem Pool von mehr als 2.000 Startups auf Basis mehrerer Kriterien ausgewählt, darunter Investorenprofil, technologische Innovation, Teamstärke, Patentaktivität, Finanzierungshistorie, Bewertung und Geschäftsmodell.</p> <p>CB Insights: <a href="https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-top-startups">https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-top-startups</a></p>

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
		<p><b>Anteil der KI Private Equity Deals an allen KI Private Equity Deals weltweit (2016)</b>                      Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss darüber, in welchem Land die Investoren das größte Zukunftspotenzial in KI der Startup-Landschaft sehen.</p>	<p>CB Insights:  <a href="https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-startup-funding">https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-startup-funding</a></p>
		<p><b>Anzahl der aktivsten Venture Capital-Investoren (2012–2016)</b>                      Erläuterung: Dieser Proxy zeigt an, in welchen Ländern die KI-versiertesten Investoren ihren Sitz haben und entsprechend den größten Einfluss in KI-Startups besitzen.</p>	<p>CB Insights:  <a href="https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-startup-funding">https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-startup-funding</a></p>
	<b>Robotik</b>	<p><b>Anzahl der installierten Industrieroboter pro 10.000 Mitarbeiter in der Fertigungsindustrie (2016)</b>                      Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss über die Automatisierung der Fertigungsindustrie, den Konsum von Robotertechnologie und weist auf den Erfahrungsgrad des Arbeitsmarkts in der Interaktion mit Maschinen hin.</p>	<p>International Federation of Robotics:  <a href="http://www.ifr.org">www.ifr.org</a></p>
		<p><b>Anzahl der Hersteller, die Servicerobotik herstellen (2016)</b>                      Erläuterung: In Ergänzung zu dem o. g. Proxy gibt die Anzahl der Hersteller von Servicerobotern Aufschluss über die Größe des Ökosystems in dieser Zukunftstechnologie.</p>	<p>Die Daten zeigen nur die Einzelzahlen für die elf Länder mit der größten Anzahl dieser Unternehmen. Die anderen dreizehn Länder, in denen Unternehmen Serviceroboter herstellen, wurden in der Kategorie „Rest der Welt“ zusammengefasst, mit durchschnittlich rund vier Unternehmen pro Land.</p> <p>Statista:  <a href="https://www.statista.com/statistics/658048/service-robotics-manufacturers-by-country">https://www.statista.com/statistics/658048/service-robotics-manufacturers-by-country</a></p>

# Literaturnachweis

---

- A** Aridogan, S. (2018: Why German companies fail at digital innovation. 22.03.2018, Handelsblatt Global. <https://global.handelsblatt.com/opinion/why-german-companies-fail-in-digital-innovation-901367> (abgerufen am 23.10.2018).
- Armbruster, A. (2018a): Künstliche Intelligenz – Europäische Forscher schlagen Alarm. 24.04.2018, FAZ. <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/kuenstliche-intelligenz-europaeische-forscher-schlagen-alarm-15556173.html> (abgerufen am 29.09.2018).
- Armbruster, A. (2018b): Die Schwächen der deutschen KI-Strategie. 16.11.2018, FAZ <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/die-schwaechen-der-deutschen-ki-strategie-15892789.html>, <https://www.nytimes.com/2017/10/22/technology/artificial-intelligence-experts-salaries.html>, (abgerufen am 03.01.2019).
- B** BDI (2018a): Steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung. 16.03.2018. <https://bdi.eu/publication/news/steuerliche-foerderung-von-forschung-und-entwicklung-1/> (abgerufen am 30.09.2018).
- BDI (2018b): Investitionskontrollen in Deutschland und Europa. 05.03.2018. <https://bdi.eu/artikel/news/investitionskontrollen-in-deutschland-und-europa/> (abgerufen am 30.09.2018).
- Billen, G. (2018): Chancen und Risiken Künstlicher Intelligenz. 06.02.2018, BMJV. [https://www.bmjv.de/SharedDocs/Artikel/DE/2018/020618\\_SaferInternetDay.html](https://www.bmjv.de/SharedDocs/Artikel/DE/2018/020618_SaferInternetDay.html) (abgerufen am 30.09.2018).
- BMBF (k. D.a): IKT 2020 – Forschung für Innovation. <https://www.bmbf.de/de/ikt-2020-forschung-fuer-innovation-854.html> (abgerufen am 30.09.2018).
- BMBF (2017): Bekanntmachung. 17.05.2017. <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1368.html> (abgerufen am 30.09.2018).
- BMBF (2018): Startschuss für Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen. 29.08.2018. <https://www.bmbf.de/de/bundeskabinett-beschliesst-agentur-zur-foerderung-von-sprunginnovationen-6817.html> (abgerufen am 30.09.2018).
- BMI (2018a): Agentur für Innovation in der Cybersicherheit. Kabinett beschließt die Einrichtung einer Cyberagentur. 20.08.2018. <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/kurzmeldungen/DE/2018/08/cyberagentur.html> (abgerufen am 14.02.2019).
- BMI (2018b): Empfehlung der Datenethikkommission für eine partizipative Entwicklung der elektronischen Patientenakte (ePA). 28.11.2018, Datenethikkommission. [https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/it-digitalpolitik/datenethikkommission/empfehlung-epa-dek.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/it-digitalpolitik/datenethikkommission/empfehlung-epa-dek.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (abgerufen am 30.11.2018).
- BMWi (2017a): Bundesbericht Energieforschung 2017. März 2017. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/bundesbericht-energieforschung-2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=24](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/bundesbericht-energieforschung-2017.pdf?__blob=publicationFile&v=24) (abgerufen am 30.10.2018).

BMWi (2017b): Neunte Verordnung zur Änderung der Außenwirtschaftsverordnung. Verordnung der Bundesregierung vom 12.07.2017. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/neunte-aendvo-awv.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/neunte-aendvo-awv.pdf?__blob=publicationFile&v=6) (abgerufen am 15.10.2018).

BMWi (2018): Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018. 31.07.2018. [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2018-kurzfassung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=12](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2018-kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=12) (abgerufen am 09.10.2018).

BMWi, BMBF (k. D.): Cluster Plattform. Homepage. <https://www.clusterplattform.de/CLUSTER/Navigation/DE/Home/home.html> (abgerufen am 15.10.2018).

Bundesregierung (k. D.): Entwurf eines Gesetzes zur Flexibilisierung von haushaltsrechtlichen Rahmenbedingungen außeruniversitärer Wissenschaftseinrichtungen. BMBF. [https://www.bmbf.de/files/Seiten\\_aus\\_120502\\_barrierefrei\\_Entwurf\\_WissFG\\_Internet.pdf](https://www.bmbf.de/files/Seiten_aus_120502_barrierefrei_Entwurf_WissFG_Internet.pdf) (abgerufen am 20.12.2018).

Bundesregierung (2018a): Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/koalitionsvertrag-zwischen-cdu-csu-und-spd-195906> (abgerufen am 30.09.2018).

Bundesregierung (2018b): Eckpunkte der Bundesregierung für eine Strategie Künstliche Intelligenz. 18.07.2018. [https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte\\_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf](https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf) (abgerufen am 30.07.2018).

Burchard, A. (2017): Was Professoren wirklich verdienen. Berlins W3-Profis sind beim Brutto Spitze, 29.10.2017. Tagesspiegel. <https://www.tagesspiegel.de/wissen/was-professoren-wirklich-verdienen-berlins-w3-profs-sind-beim-brutto-spitze/20518674.html> (abgerufen am 12.10.2018).

**C** Cyber Valley (k. D.): Homepage. <https://www.cyber-valley.de/de> (abgerufen am 30.09.2018).

**D** DFKI (k. D.): Homepage. <https://www.dfki.de/web/> (abgerufen am 30.09.2018).

Deckler, J. (2018): Germany's €3B plan to become an AI powerhouse. 08.05.2018. Politico. <https://www.politico.eu/article/germanys-plan-to-become-an-ai-powerhouse/> (abgerufen am 12.12.2018).

Deutscher Bundestag (2017): Straßenverkehrsgesetz für automatisiertes Fahren geändert. 30.07.2017. <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2017/kw13-de-automatisiertes-fahren/499928> (abgerufen am 30.09.2018).

Deutscher Bundestag (2018): Kleine Anfrage. Konkrete Ziele und Vorhaben der Bundesregierung im Bereich Künstliche Intelligenz. Drucksache 19/1982. 27.04.2018. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/019/1901982.pdf> (abgerufen am 29.09.2018).

DFKI, bitkom (2017): Künstliche Intelligenz: Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderungen, menschliche Verantwortung. Positionspapier. 05.09.2017. <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Entscheidungsunterstuetzung-mit-Kuenstlicher-Intelligenz.html> (abgerufen am 25.09.2018).

- E** ELLIS (k. D.): Initiative to establish a European Lab for Learning & Intelligent Systems. <https://ellis-open-letter.eu/letter.html> (abgerufen am 28.09.2018).

Elsaadani, A.; Hakutangwi, E.; Purdy, M. (2018): Pivoting with AI. How Artificial Intelligence can drive diversification in the Middle East. Accenture. [https://www.accenture.com/t20180509T033303Z\\_\\_w\\_\\_us-en/\\_acnmedia/PDF-77/Accenture-Impact-AI-GDP-Middle-East.pdf](https://www.accenture.com/t20180509T033303Z__w__us-en/_acnmedia/PDF-77/Accenture-Impact-AI-GDP-Middle-East.pdf) (abgerufen am 05.10.2018).

Ernest and Young (2018): Worldwide R&D Incentives Reference Guide. [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-2018-worldwide-rd-incentives-reference-guide/\\$FILE/ey-2018-worldwide-rd-incentives-reference-guide.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-2018-worldwide-rd-incentives-reference-guide/$FILE/ey-2018-worldwide-rd-incentives-reference-guide.pdf) (abgerufen am: 15.09.2018).

Esposito, M., Groth, O., Nitzberg, M. (2018): Regeln für Roboter. In: Auslandsinformationen. Hrsg. v. Konrad-Adenauer-Stiftung e. V., 16. April 2018 <https://www.kas.de/web/auslandsinformationen/artikel/detail/-/content/regeln-fuer-roboter> (abgerufen am 30.09.2018).

Esposito, M., Tse, T., Entsminger, J. (2018): The case against national strategies on artificial intelligence. Asia Times, 20.10.2018. <http://www.atimes.com/article/the-case-against-national-strategies-on-artificial-intelligence/> (abgerufen am 04.01.2019).

- G** GAIN (k. D.): Mission. <https://www.gain-network.org/de/ueber-uns/mission/> (abgerufen am 30.09.2018).

Giersberg, G. (2018): So soll Deutschland das KI-Rennen gewinnen. 23.04.2018, FAZ. <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/kuenstliche-intelligenz-so-will-merkel-china-die-stirn-bieten-15555143.html> (abgerufen am 13.10.2018).

- H** Harhoff, D.; Heumann, S.; Jentzsch, N.; Lorenz, P. (2018): Eckpunkte einer nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz. 05.2018. <https://www.stiftung-nv.de/de/publikation/eckpunkte-einer-nationalen-strategie-fuer-kuenstliche-intelligenz> (abgerufen am 23.09.2018).

Hecking, M. (2018): Künstliche Intelligenz – was Deutschland besser machen muss. 10.12.2018. Manager Magazin. <http://www.manager-magazin.de/digitales/it/deutsche-ki-strategie-woran-es-noch-hakt-a-1241883-2.html> (abgerufen am 12.12.2018).

Hensellek, S.; Kensbock, J.; Kollmann, T.; Stöckmann, C. (2017): Deutscher Startup Monitor 2017. Mut und Macher. [https://deutscherstartupmonitor.de/fileadmin/dsm/dsm-17/daten/dsm\\_2017.pdf](https://deutscherstartupmonitor.de/fileadmin/dsm/dsm-17/daten/dsm_2017.pdf) (abgerufen am 13.10.2018).

- K** Kempf, D. (2014): Innovationen brauchen innovative Forschungsförderung. 13.10.2014, bitkom. <https://www.bitkom.org/Presse/Blog/Innovationen-brauchen-innovative-Forschungsfoerderung.html> (abgerufen am 30.09.2018).

- L** Lee, K. F. (2018): AI Super Powers. China, Silicon Valley, and the New World Order. Hörbuch-Edition.

- M** Machmeier, C. (2018): Die Grundsätze für Künstliche Intelligenz von SAP. 18.09.2018, SAP. <https://news.sap.com/germany/2018/09/ethische-grundsaeetze-kuenstliche-intelligenz/> (abgerufen am 30.09.2018).

Metz, C. (2017): Tech Giants Are Paying Huge Salaries for Scarce A. I. Talent. 22.10.2017, New York Times. <https://www.nytimes.com/2017/10/22/technology/artificial-intelligence-experts-salaries.html> (abgerufen am 12.10.2018).

- O** Otte, C. (2018): Künstliche Intelligenz: Bedrohungsszenario oder Chance? 14.05.2018, BDI. <https://bdi.eu/themenfelder/digitalisierung/kuenstliche-intelligenz/#/artikel/news/kuenstliche-intelligenz-bedrohungsszenario-oder-chance/> (abgerufen am 29.09.2018).
- S** SJR (2017): Scimago Country Rank. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=2209&order=h&ord=desc> (abgerufen am 21.02.2019).
- T** The Economist (2018): Chip wars: China, America and silicon supremacy. 01.12.2018. <https://www.economist.com/leaders/2018/12/01/chip-wars-china-america-and-silicon-supremacy> (abgerufen am 15.12.2018).

The Motley Fool (2017): Diesen entscheidenden Vorteil haben Siemens und SAP beim Thema Künstliche Intelligenz. 05.06.2017, wallstreet:online. <https://www.wallstreet-online.de/nachricht/9644173-entscheidenden-vorteil-siemens-sap-thema-kuenstliche-intelligenz> (abgerufen am 29.09.2018).

- W** Wiarda, J. M. (2019): Beredtes Schweigen im BMBF. 14.02.2019, JMWIARDA Blog. <https://www.jmwiarda.de/2019/02/13/beredtes-schweigen> (abgerufen am 14.02.2019).



# Autoren

---

**Olaf Groth** ist Professor für Strategie, Innovation und Wirtschaft an der Hult International Business School. Er ist Gründer und CEO der Cambrian Group, Gastwissenschaftler an der UC Berkeley und Mitglied des Global Expert Network am World Economic Forum. Olaf Groth ist ein ehemaliger Unternehmensmanager in High-Tech Industrien, der an der Fletcher School der Tufts University promovierte und für WIRED, Harvard Business Review, The Financial Times, und weitere publiziert hat.

E-Mail: [groth@cambrian.ai](mailto:groth@cambrian.ai)

Twitter: [@OlafGrothSF](https://twitter.com/OlafGrothSF)

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/olafgroth>

**Tobias Straube** ist Absolvent in internationalen Politikmanagement (B. A.) und hat einen *Executive Master of Business Administration* (MBA) an der Hult International Business School abgeschlossen. Für über sechs Jahre arbeitete er als Berater und Manager bei der GIZ GmbH, Deutschlands führendem Dienstleister für internationale Zusammenarbeit, vor allem in den Bereichen Governance, Innovationsmanagement und Entrepreneurship. Für die Cambrian Group leitete er die Erstellung der vorliegenden Studie.

E-Mail: [straube@cambrian.ai](mailto:straube@cambrian.ai)

Twitter: [@Tobias\\_Stra](https://twitter.com/Tobias_Stra)

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/tobias-straube>





Der Wettlauf um die weltweit führende Position bei den Technologien der Künstlichen Intelligenz (KI) hat begonnen. Seit der Veröffentlichung der KI-Strategie der Obama-Regierung im Jahr 2016 suchen auch andere Länder nach Wegen, um Forschung und Entwicklung (F & E) sowie die Kommerzialisierung von KI zu fördern und zur KI-Führungsnation USA aufzuschließen. Nachdem die Konrad-Adenauer-Stiftung in zwei vorangegangenen Studien einen vergleichenden Überblick über die KI-Strategien wichtiger Volkswirtschaften vorgelegt hat, wird in diesem Teil die deutsche KI-Strategie im internationalen Vergleich analysiert. In Zeiten des technologiegetriebenen Wandels sind wir überzeugt: „Tech is politics“ und es ist notwendig, dass Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft hierüber stärker ins Gespräch kommen.