

Analyse aktueller globaler Entwicklungen im Bereich KI mit einem Fokus auf Europa

Olaf Groth
Tobias Straube

Analyse aktueller globaler Entwicklungen im Bereich KI mit einem Fokus auf Europa

Olaf Groth
Tobias Straube

Mit Unterstützung von:
Johannes Glatz
Dan Zehr
Lauren Hildenbrand

Auf einen Blick

1. Europa hat das Potenzial Künstlicher Intelligenz (KI) erkannt und strebt danach, es sich zu Nutze zu machen. Die Koordination nationaler KI-Strategien in Europa ist jedoch verbesserungswürdig.
2. Mit seinem menschenzentrierten Ansatz bildet Europa eine normgebende Kraft im Bereich KI und Data Science, ganz besonders in Bezug auf den Schutz personenbezogener Daten im digitalen Raum und den Schutz der Menschenrechte. Der unverwechselbare europäische Ansatz stellt zudem eine Stärke des europäischen KI-Innovationsökosystems für die internationale KI-Arena dar.
3. Europa verfügt außerdem über die notwendigen Ressourcen, um im internationalen Rennen um die Innovationsführerschaft bei KI eine führende Position einzunehmen. Europa bietet bereits einen hohen Grad an Automatisierung in seiner starken industriellen Basis, einen großen Pool an Industriedaten, eine herausragende Forschungs- und Entwicklungslandschaft, aus der Innovationen und KI-Talent hervorgehen, eine hohe Zahl an Internetnutzerinnen und -nutzern und einen großen digitalen Binnenmarkt.
4. Gleichzeitig steht die normative Stärke Europas im Zusammenhang mit Schwächen in Bezug auf das KI-Innovationsökosystem – insbesondere bezogen auf die Verfügbarkeit von Daten. Es müssen Wege gefunden werden, die europäischen Werte zu bewahren und gleichzeitig große und qualitativ hochwertige Datenpools zu ermöglichen. Weitere verbesserungswürdige Bereiche sind die Verfügbarkeit von KI-Expertinnen und Supercomputern, eine starke Abhängigkeit von ausländischen Halbleiterherstellern und die Kommerzialisierung von KI.
5. Darüber hinaus weisen die nationalen Innovationsökosysteme große Unterschiede in ihrer Leistungsfähigkeit auf. Diese Ungleichheit stellt ein Risiko für den wirtschaftlichen Zusammenhalt Europas dar und gefährdet damit für die politische Stabilität in der Zukunft.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1. Aktueller Stand in der EU und darüber hinaus	8
1.1 Daten: Europas „Achillesferse“	9
1.2 KI-Talent: eine wichtige Ressource	13
1.3 Rechenleistung: (noch) keine strategische Ressource in der EU	15
1.4 Forschung: nicht überall in der Region auf Weltklassenniveau	18
1.5 Kommerzialisierung: Unterschiede im wirtschaftlichen Reifegrad	20
2. Zusammenfassung der KI-Strategie der EU	25
2.1 Übereinstimmungen und Unterschiede der nationalen KI-Strategien in der EU	25
2.2 Entwicklung eines menschenzentrierten politischen Rahmens für KI in der EU	28
2.3 Die EU und der globale KI-Wettbewerb	32
3. Voraussetzungen für KI-Führerschaft entwickeln	36
3.1 Ausbau der Digitalwirtschaft: der Wettstreit um die nächsten 3 Mrd. Internetnutzer	36
3.2 Umgestaltung der Datenwirtschaft	38
3.3 Hardware-Innovationen und die Grenzen der Rechenleistung	41
3.4 KI-Governance: jenseits von ethischen Grundsätzen für KI und Compliance	44
4. Die nächste Stufe in der KI-Forschung und -Entwicklung	50
4.1 KI gestalten und verstehen oder die Hürde der Kontextualisierung	50
4.2 „Explainable AI“ wird zum entscheidenden Forschungsfeld	53
4.3 Zähmung der unbegreiflichen KI durch Rechenschaftspflicht	56
5. Treibende Kräfte für die Verbreitung von KI in Wirtschaft und Gesellschaft	60
5.1 Der Wandel der Förderlandschaft im kognitiven Zeitalter	60
5.2 Die unterschätzte Rolle der smarten Beschaffung	62
5.3 Datengetriebene Innovation der Geschäftsmodelle	63
5.4 KI für das Gemeinwohl und die Rolle des öffentlichen Sektors und der Zivilgesellschaft	65
6. Methoden und Anmerkungen zur Analyse	71
6.1 Definitionen und Quellen	72

Zusammenfassung

Die Europäische Union (EU) und ihre Mitgliedsstaaten haben das Potenzial von Künstlicher Intelligenz (KI) als Triebkraft für wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wohlstand erkannt. Ebenso wie die Potenziale hat die Europäische Union aber auch die Risiken erkannt, die mit KI und den verschiedenen Anwendungen und Systemen, die sie ermöglicht, einhergehen. Dies spiegelt sich in den unterschiedlichen nationalen und EU-weiten KI-Strategien und -Normen wider. Vielleicht mehr als jede andere Region oder Land der Welt hat die EU die Menschenrechte und den Datenschutz zum Leitmotiv für ihre Strategien, Partnerschaften, Regulierungen und die Kommerzialisierung fortschrittlicher Technologien gemacht.

Dieser Ansatz ist zu einer der wichtigsten Stärken bei der Entwicklung der KI-Ökosysteme der EU und ihrer Mitgliedsstaaten geworden, gleichzeitig liegen hierin aber auch viele der zentralen Schwächen der Region begründet. Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) veranschaulicht diese Dualität vielleicht am besten. Während die DSGVO zu einem weltweiten Standard für die Sicherung des Datenschutzes und zu einem wichtigen Korrektiv gegenüber digitalen Plattformen geworden ist, bremsen die Vorgaben der DSGVO gleichzeitig Innovationen und Kommerzialisierung im Bereich KI und hemmen teils unnötig die Sammlung massiver Datenpools, die für die Entwicklung und das Training von KI-Systemen elementar sind. Eine Anpassung von Partnerschaften, Regulierungen und Ansätzen bei der Kommerzialisierung kann es der EU und ihren Mitgliedsstaaten ermöglichen, ihren Einfluss auf die weltweite KI-Entwicklung auszubauen, während gleichzeitig innerhalb der EU ein Umfeld gefördert wird, das es Unternehmen und Forschungseinrichtungen ermöglicht, mit den USA und China auf Augenhöhe zu konkurrieren.

Solche Anpassungen müssen auf einem bewussten und genauen Verständnis der Faktoren basieren, die derzeit die KI-Entwicklung in der EU bremsen. Obwohl die EU die Heimat von insgesamt 446 Millionen Menschen ist und damit

weltweit der drittgrößte Markt nach Indien und China, gibt es keinen Pool von hochwertigen Daten zur Förderung von Forschung und Entwicklung von KI. Dies gilt ganz besonders für die Industrie in Europa, in der die Sorge um Geschäftsgeheimnisse und regulative Anforderungen (z. B. DSGVO) den Austausch und das Teilen von Industriedaten behindern. Auch fällt es der EU schwer, Fachkräfte im Bereich Data Science weiterzuentwickeln und vorhandene langfristig zu halten. Obwohl europäische Institutionen erstklassiges Talent und herausragende Forschungsergebnisse im Bereich KI hervorbringen, hinken Sie dem wissenschaftlichen Einfluss ihrer chinesischen und US-amerikanischen Pendanten hinterher. Auch muss konstatiert werden, dass ein großer Teil des in der EU ausgebildeten KI-Talents noch immer in die USA und China abwandert. Darüber hinaus verfügt die EU nur sehr eingeschränkt über eigene Hochleistungscomputer, die ebenso eine grundlegende Voraussetzung für KI-Innovation auf Weltklasseniveau darstellen. Und auch wenn sich das Klima für eine erfolgreiche Kommerzialisierung in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten unterscheidet, hinkt das europäische Ökosystem in seiner Gesamtheit auch hier hinterher. Dies zeigt sich im Vergleich zu den USA und China sowohl an einer geringeren Risikobereitschaft und entsprechend geringeren Investitionsvolumen bei Wagniskapital, einem schwächeren Technologietransfer und weniger Start-up-Wachstum.

Europa hat aber auch viele Stärken zu bieten, die den Aufstieg der EU zu einem wichtigen KI-Akteur auf internationaler Ebene begünstigen. Hierzu zählen sowohl die vorhandene Forschungslandschaft, seine geopolitische Stärke als bedeutender Wirtschaftsraum sowie der normative Ansatz mit einer Reihe ethischer Grundsätze für den Bereich KI und damit verbundener Felder. Wenn der europäische Markt zu einem geschlossenen digitalen Binnenmarkt zusammenwächst und für Entwicklerinnen und Entwickler verfügbar wird, kann daraus ein immenser und wertvoller Datenpool entstehen, der eine weltweit führende For-

schungs- und Entwicklungslandschaft begründen kann. Die führenden europäischen KI-Institute bringen auch weiterhin erstklassiges KI-Talent hervor und die fortschreitende Digitalisierung der bestehenden, leistungsstarken industriellen Basis beginnt diesen Fachkräften immer mehr Möglichkeiten zu bieten. Darüber hinaus ist die Region auch weiterhin weltweiter Vorreiter in Bezug auf ein Bewusstsein für und die Betonung von einer menschenzentrierten, vertraulichen und ethischen Nutzung von KI und Daten. Dies sind entscheidende Stärken, auf die sich die EU – und in vielen Aspekten die ganze Welt – in den kommenden Jahrzehnten verlassen kann. Diese Vorteile allein reichen jedoch nicht aus, damit die EU mit ihrem eigenen Weg allein neben den USA und China bestehen kann. Letztendlich müssen die Länder sich einzeln oder gemeinsam zumindest teilweise der Sichtweise der USA oder Chinas in Bezug auf Technologie, Geopolitik und wirtschaftliche Entwicklung annähern. An anderer Stelle haben wir argumentiert, dass der europäische Weg sich am ehesten mit den liberalen Ideen der Verfassung der USA in Einklang bringen lässt.

Im Rahmen dieses Berichts liegt unser Fokus auf den derzeitigen Stärken und Schwächen der EU im Vergleich mit anderen führenden KI-Nationen sowie darauf, wie die EU ihre Stärken ausbauen und ihre Schwächen abmildern könnte. Der Bericht beginnt mit einem Überblick über den aktuellen Stand des KI-Innovationsökosystems in Europa und in anderen Teilen der Welt. Darauf folgt eine Zusammenfassung der KI-Strategie der EU. Anschließend werden die Voraussetzungen für die Innovationsführerschaft eines Lands oder einer Region bei KI sowie die Veränderungen dieser Faktoren betrachtet. Dies liefert die Grundlage für die abschließenden Kapitel des Berichts, in denen bedeutende Trends im Bereich KI sowie jene Faktoren untersucht werden, die eine erfolgreiche Diffusion von KI in Wirtschaft und Gesellschaft befördern. Im Zuge dieses Vorgehens entwickeln wir 20 Handlungsempfehlungen, die wiederum den folgenden vier Hauptkategorien zuzuordnen sind: Partnerschaften, Governance, Kommerzialisierung sowie Talentförderung und Forschung.

Partnerschaften: Um ihre Stärken zu fördern und ihre Schwächen zu beheben sollte die EU sich bemühen, formale Kooperationen mit Ländern und Institutionen jenseits der eigenen Grenzen aufzubauen. Die Überwachung und Sicherung ihrer Position in globalen Lieferketten bei Halbleitern würde der EU den Zugang zu jener *computing power* sichern, die für eine zukunftsweisende Entwicklung von KI benötigt wird. Eine Sonderzone für Wissenschaft und Innovation zwischen der EU und Großbritannien würde mögliche „Innovationsverluste“ durch den Brexit abfangen. Eine indopazifische KI-Partnerschaft wiederum könnte die EU zu einer der führenden Kräfte im Schutz einer liberalen Weltordnung für das digitale Zeitalter erheben und gleichzeitig die Verbindungen zum globalen Süden vertiefen, wo neue Handelsverträge für die Digitalwirtschaft digitale Handelsregeln und Kooperationen über mehrere Wirtschaftsräume hinweg errichten würden. Trotz ihrer derzeitigen Schwierigkeiten würde ein neues Kooperationsmodell (*Sequential Bridging Model*) zwischen den USA und der EU die gemeinsamen Werte stärken und anderen Ländern eine wichtige Alternative zur chinesischen Belt and Road Initiative bieten. In Ihrer Gesamtheit könnten diese Allianzen der EU helfen, die Nutzung von KI zum Wohl der Allgemeinheit zu fördern und damit den Grundstein für wichtige Fortschritte im globalen Gesundheitswesen und im Kampf gegen den Klimawandel wie auch im Bereich der Bildung sowie in anderen derzeit vom Privatsektor vernachlässigten Bereichen legen.

Empfehlungen zu Partnerschaften
(R3), (R6), (R7), (R9), (R10), (R20)



Governance: Die EU kann ihre weltweite Vorreiterstellung für eine ethische und menschenzentrierte KI-Governance festigen, hierzu muss sie jedoch ihre Regelsetzungen weiterentwickeln, um diese wichtige Position zu halten. Die Verbesserung und Harmonisierung administrativer Verfahren würde die Schaffung eines digitalen Binnenmarktes beschleunigen, einen vertrauenswürdigen Datenaustausch ermöglichen und eine florierende datengetriebene Wirtschaft in der gesamten EU fördern. Auf ähnliche Weise würde eine paneuropäische Regulierungsbehörde eine Art „Wachstum mit Leitplanke“ ermöglichen, durch das der Schutz der Privatsphäre und andere

Aspekte eines menschenzentrierten Umgangs mit Daten gefördert und durchgesetzt werden, ohne dass dabei Innovation und globaler Einfluss auf der Strecke bleiben. Die Etablierung gemeinsamer technischer Standards und Maßstäbe in der EU würde die ethischen Grundsätze und Ideen der Region innerhalb der KI-Entwicklung in Europa und in der Welt operationalisieren und in Produkten/Dienstleistungen verankern. Durch die Ausarbeitung innovativer Governance- und Regulierungsmodelle auf eine Art und Weise, die große europäische Unternehmen dazu ermutigt, gemeinsam mit Start-ups Ökosysteme für die eine „smarte Beschaffung“ zu gestalten, würde die EU mehr gemeinsame Forschung fördern, die Innovation beschleunigen und die Wirtschaft resilienter machen.

Empfehlungen zu Governance
(R1), (R8), (R13), (R18)



Kommerzialisierung: Durch eine erneute Abstimmung ihrer Regularien und Rechtsnormen kann die EU ein Umfeld schaffen, das eine stärkere Kommerzialisierung von Technologien fördert, ohne dass dabei der Schutz personenbezogener Daten im digitalen Raum und andere gesellschaftliche Bedenken im Zusammenhang mit der Nutzung von KI auf der Strecke bleiben. Die Förderung der Cyber- und KI-Sicherheit als integraler Bestandteil staatlicher und regionaler Sicherheitsbestrebungen würde mehr Ressourcen aus dem öffentlichen Sektor in eine fortschrittliche Forschungs- und Entwicklungslandschaft und neue Innovationen fließen lassen. Das Befördern einer stärkeren Durchlässigkeit zwischen militärischen/ öffentlichen und privaten digitalen Ökosystemen würde außerdem ermöglichen, dass die Ergebnisse dieser Forschung für den privaten Sektor nutzbar werden. Die Förderung der Erprobung neuer Entwürfe für Datenmarktplätze könnte ein Datenaustauschmodell hervorbringen, das die Privatsphäre schützt und die kommerzielle Nutzung von Daten ebenso stärkt wie das Vertrauen zwischen Konsumentinnen und Unternehmen – und so der Digitalwirtschaft neue Wachstumsmöglichkeiten eröffnet. Eine Anpassung vorhandener Regulierung von und Investitionen in Hardware, etwa durch ein zentrales KI-Entwicklungszentrum ähnlich dem CERN, würde dafür sorgen, dass die EU die KI-Infrastruktur der Zukunft selbst erschaffen

kann, anstatt diese kaufen zu müssen. Die Steuerpolitik und staatlich gestützte Dachfondsmodelle würden Risikoinvestitionen befördern, die eher „kreative Aufrüsten“ von Wirtschaftssektoren als die „kreative Zerstörung“ derer begünstigen. Indem Anreize für Unternehmen und Entrepreneurinnen geschaffen werden, neue Geschäftsmodelle wie z. B. B2B2C- und P2P-Modelle anzunehmen, sollte die EU bestehende Hemmnisse im Bereich des Datenzugangs so lösen, dass gleichzeitig der Schutz von Nutzerinnen und Konsumenten gewährleistet bleibt.

Empfehlungen zu Kommerzialisierung
(R5), (R11), (R12), (R17), (R19)



Talentförderung und Forschung: Die EU kann in der Gestaltung zukünftiger KI-Trends eine Führungsrolle einnehmen, wenn sie die Tatsache anerkennt und ausnutzt, dass Experten und Forscher, die den Fortschritt vorantreiben, aus unterschiedlichen Ländern und Regionen sowie Fachrichtungen zusammenkommen. Während die Talentabwanderung eine Folge der schwachen europäischen Digitalwirtschaft ist, würde eine gezielte Nutzbarmachung eben dieser Abwanderung zur Bildung internationaler Talentnetzwerke und Förderprogramme der EU dabei helfen, die Expertise, die ihre Institutionen hervorbringt, noch besser auszuschöpfen. Eine Steuerpolitik, die Investitionen in Weiterbildung stärker fördert als Technologieausgaben, würde zu mehr Unternehmensinvestitionen in diesem Bereich und damit einer besseren Digitalkompetenz der europäischen Bevölkerung beitragen. Gleichzeitig würden Programme, in denen KI als ein multidisziplinäres Forschungsfeld und Hilfswissenschaft etabliert wird, es den akademischen Institutionen der EU ermöglichen, auf bestehende Stärken in anderen Disziplinen aufzubauen (z. B. Klima-, Friedens- und Konfliktforschung). In der eigentlichen Kerndisziplin Informatik würde die Schaffung eines europäischen Exzellenzzentrums für „kontextuelle KI“ die bestehende Expertise in Europa nutzen, um Innovationen im Nexus verschiedener fortschrittlicher Technologien voranzutreiben. KI steht im Kern zunehmend komplexer und invasiver Anwendungen und Technologien. Die Fähigkeit der EU, klare, messbare und umsetzbare Rahmen für eine vertrauenswürdige KI zu schaffen, würde sicherstellen, dass die Euro-

päische Union auch auf möglicherweise bahnbrechende Neuentwicklungen – wie etwa *Brain-Computer-Interfaces* – vorbereitet ist, die unser Leben auf derzeit noch nicht bekannte Art und Weise verändern werden und den Schutz des Individuums als Verbraucherinnen, Nutzer und Bürgerinnen vor neue Herausforderungen stellen.

Empfehlungen zu Talentförderung und Forschung (R2), (R4), (R14), (R15), (R16)



Die Empfehlungen in diesem Bericht stellen keine umfassende Liste aller Strategien dar, die die EU und ihre Mitgliedsstaaten verfolgen könnten. Jedoch würde jeder dieser Vorschläge es der EU erlauben, ihre Fähigkeiten im Bereich KI-Entwicklung und -Kommerzialisierung auszubauen, ohne dabei ihre Grundsätze für ethische und menschenzentrierte KI-Standards zu opfern.



1. Aktueller Stand in der EU und darüber hinaus

Seit der ersten von der Obama-Administration im Jahr 2016 ausgerufenen KI-Strategie haben mehr als 50 Länder nationale KI-Strategien entwickelt. Hierdurch wurde KI nicht nur umfassend gefördert, es wurde damit auch zu einem wichtigen Gegenstand im geopolitischen Wettbewerb erhoben. Nach der Veröffentlichung einer vergleichenden Studie nationaler KI-Strategien haben verschiedene Institutionen und Staaten weltweit Systeme entwickelt, um die Ergebnisse der KI-Förderung und der Umsetzung dieser nationalen Pläne zu überwachen und damit die KI-Strategien selbst zu einem Forschungsobjekt gemacht und sie in andere Disziplinen getragen (z. B. Wirtschaftsförderung, Bildung sowie Verteidigung und Sicherheit). Diese Überwachungsinitiativen, insbesondere die zweite Ausgabe des AI Index der Universität Stanford, das AI Policy Observatory der OECD und AI Watch¹ der EU, liefern ein detaillierteres Bild des KI-Fortschritts in der EU (s. Anhang 1). Basierend darauf können wir den oft formulierten Anspruch einer exzellenten KI-Forschungslandschaft in Europa – die als entscheidende Säule für den Aufbau eines

eigenständigen europäischen KI-Ansatzes gilt – mit der Realität vergleichen. Als Vergleichsgrößen haben wir die EU-Mitgliedsstaaten, Norwegen, die Schweiz und das Vereinigte Königreich sowie Staaten ausgewählt, die wir als weltweit führend in diesem Bereich ansehen. Zusätzlich hierzu wurden auch die USA, China und acht weitere Staaten als Referenzgrößen einbezogen.²

Zu den Stärken der EU zählt, dass sie über einen gemeinschaftlichen Markt von beachtlicher Größe mit einem Datenpool verfügt, der helfen könnte, leistungsstarke KI-Systeme hervorzubringen. Der Leistungsvergleich von mehr als zwanzig Datenpunkten als Indikatoren des KI-Fortschritts deckt außerdem Ländercluster auf, die nicht nur geografischen Regionen entsprechen, sondern auch verdeutlichen, dass sich in Europas KI-Landschaft eine Fragmentierung entlang von fünf, sich teilweise überschneidenden Regionen bereits etabliert hat.³ Eine Untersuchung und Auseinandersetzung mit den Stärken und Schwächen dieser Regionen wird die gemeinsamen Stärken hervorheben, auf denen die EU aufbauen kann, gleich-

zeitig aber auch die regionalen Unterschiede herausstreichen, die das Potenzial für eine hochproblematische Verfestigung wirtschaftlicher Ungleichheiten im Zuge der digitalen Transformation bergen.

1.1 Daten: Europas „Achillesferse“

Daten, sind zwar kein Öl aber dennoch der Treibstoff für das aufkommende KI-Zeitalter. Sie werden hauptsächlich aus vier Quellen gewonnen: Konsumenten/Verbraucherinnen, Unternehmen, Regierungen und andere KI-Systeme (in der Form synthetisch erzeugter Daten). Da die EU im Bereich Konsumentendaten hinterherhinkt, zielt sie darauf ab, sich in der Welt mit einer KI-Strategie zu positionieren, die verstärkt auf die Nutzung von Unternehmens- und Regierungsdaten setzt.

Die Größe des europäischen Datenpools basierend auf Daten von Konsumenten und Konsumentinnen ist bemessen an der Zahl der Internetnutzerinnen und Internetnutzer im Jahr 2019 auf 397 Millionen gestiegen (474 Millionen, wenn Norwegen, das Vereinigte Königreich und die Schweiz einberechnet werden) und bleibt damit nur hinter China (854 Millionen) und Indien (560 Millionen) zurück.⁴ Internetplattformen wie Facebook, Twitter, Google, Tencent und Baidu waren weltweit bisher am erfolgreichsten darin, diese Datenpools für sich nutzbar zu machen. Sie sammeln und speichern die Daten von Nutzer und Nutzerinnen, um ihre Algorithmen und Services fortlaufend weiterzuentwickeln. Mit einem Anteil von gerade einmal 3 Prozent am weltweiten Datenplattformmarkt für europäische Unternehmen und mit nur zwei bedeutenden B2C-Plattformen in Europa (Spotify aus Schweden und Zalando aus Deutschland) fehlt es der EU aber an Akteuren, die das KI-Zeitalter mit einem europäischen Ansatz nachhaltig prägen könnten.⁵ Das Defizit der EU, Nutzen aus der weltweit dritthöchsten Zahl an Datenproduzentinnen (d. h. Internetnutzerinnen und Internetnutzer) zu ziehen, bedeutet, dass ein proaktives Handeln zur Stärkung von KI-Entwicklungen im industriellen Sektor von entscheidender Bedeutung für den KI-Standort Europa ist.

Die EU, und insbesondere Deutschland, besitzt eine wahre Fülle an Daten aus automatisierten Herstellungsprozessen sowie erstklassige Kompetenzen und Fähigkeiten im Bereich Automatisierung und Robotik. So hat Europa im Jahr 2018 beispielsweise mit mehr als 75.000 installierten Robotereinheiten einen neuen Höchststand erreicht, wobei Deutschland weltweit zu den fünf wichtigsten Märkten für Roboter zählt; zum Vergleich: US-Unternehmen installierten etwa 55.000 Einheiten.⁶ Zusätzlich zu diesen Zahlen ist anzumerken, dass die Menge existierender Daten (wenn auch noch nicht integriert) in Europa, dem Nahen Osten und Afrika allein bis zum Jahr 2025 auf 43,3 Zettabyte anwachsen wird, wobei 22 Prozent der Daten aus Produktionstätigkeit und 19 Prozent aus dem Internet der Dinge (IoT) stammen.⁷ Die damit in diesen Räumen vorhandenen Daten wären größer als der Datenraum der USA, der auf eine Größe von 30,6 Zettabyte im Jahr 2025 prognostiziert wird.⁸ Auch wenn nur ein Bruchteil der Daten bis heute annotiert (3 Prozent weltweit) und analysiert (0,5 Prozent weltweit) sind, haben diese riesigen Datenmengen und deren potenzieller Mehrwert, wenn sie durch KI verarbeitet werden, das Potenzial, die Welt der Fertigung und Produktion global zu verändern. Die EU hat dieses Potenzial erkannt und setzt den Fokus auf KI in der Wirtschaft als Teil des weitergefassten Rahmens der Industrie 4.0. Dies erfordert jedoch wirksame Mechanismen, um diese Industriedaten nutzbar zu machen und einen sicheren und vertrauenswürdigen Austausch von Daten zu ermöglichen, der für den Aufbau hochwertiger und ausreichend großer Datenpools notwendig ist. Letzteres ist insofern keine leichte Aufgabe, da gerade Unternehmen den Verlust von Wettbewerbsvorteilen fürchten, wenn sie ihre Daten mit anderen Unternehmen und Akteuren teilen. Wenn die KI-Strategien der EU diese Sorge unbeachtet lassen, werden nur wenige Unternehmen sich an dem Aufbau großer Datenpools in verschiedenen Sektoren beteiligen und ihre Daten mit Entrepreneurinnen, potenziellen Wettbewerbern und Forscherinnen teilen, was diesen Punkt zur „Achillesferse“ der Datenstrategie der EU werden lassen könnte (s. Kapitel 2.2 „Entwicklung eines menschenzentrierten politischen Rahmens für KI in der EU“).⁹ Auch andere externe Faktoren werden Einfluss auf die Bereitschaft und die tatsächliche Möglichkeit für den Austausch von Daten

haben, darunter viele Dynamiken, die auf den ersten Blick wenig mit digitalen Systemen zu tun haben. Insbesondere wird die Diversität nationaler Regulierungen in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten eine allgemeine Nutzbarkeit der in der Region erzeugten Daten behindern. Ein Beispiel: Selbst wenn gemeinsame Daten zur Kreditwürdigkeit von EU-Unternehmen und Einzelpersonen zum Trainieren von KI-gestützten Finanzdienstleistungen bereit stünden, hätten diese nur einen beschränkten Nutzen, denn das Insolvenzrecht – und damit die Daten zur finanziellen Gesundheit von Unternehmen – ist in der EU nicht harmonisiert.

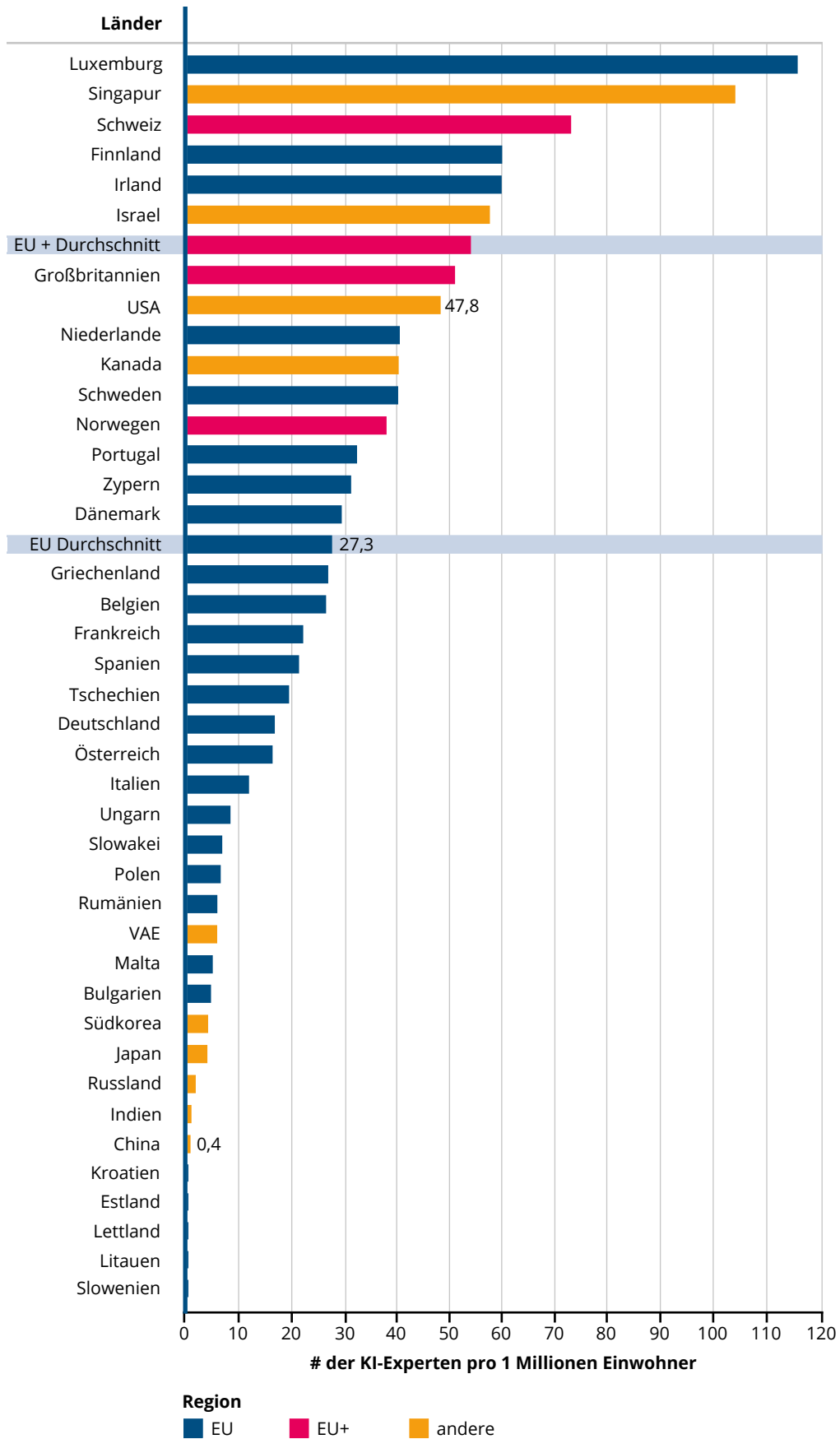
Empfehlung 1: Rechtsrahmen verbessern und administrative Verfahren harmonisieren: Eine Beschleunigung bei der Schaffung eines digitalen Binnenmarktes, Experimente mit unterschiedlichen Arten von Mechanismen für den Datenaustausch (z. B. Datentreuhänder, ein Konzept, das von der deutschen Bundesregierung entwickelt wurde)¹⁰ und das Vorantreiben von gemeinsamen Standards für den Datenaustausch und deren Schnittstellen sind entscheidend für die Förderung einer datengetriebenen Wirtschaft in der gesamten EU. Ein einheitlicher Rechtsrahmen für den digitalen Binnenmarkt muss jedoch über digitale Kernbereiche hinausgehen und mit der breiteren wirtschaftlichen Integration der Region

verbunden sein. Ein Beispiel: Die Fragmentierung des Insolvenzrechts, die eine allgemeine Nutzbarkeit von Finanzdaten verhindert (s. oben), ist tiefgreifender als die Unterschiede zwischen den vielen Sprachen in der EU. Eine vollumfängliche Ausräumung der verschiedenen Hürden wird neue Wege zur Harmonisierung und Angleichung von Gesetzen erfordern. Diese könnten zum Beispiel im Kontext der bereits angedachten europäischen *data spaces* zu finden sein, die die EU in ihrer Datenstrategie vorhersieht (s. Kapitel 2.2). Ein Rechtsrahmen allein wird jedoch noch keinen digitalen Binnenmarkt befördern, in dem der Schutz der Privatsphäre gesichert ist. Neben Regularien und Bestimmungen wird es dazu einer Harmonisierung der administrativen Verfahren bedürfen sowie einer Vereinbarung zwischen Organisationen zu Themen wie der Standardisierung von technischen Schnittstellen. Beraterinnen und Berater für den Datenaustausch, die in der gesamten EU vernetzt eingesetzt werden – vergleichbar mit den in der „Nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz“ der deutschen Bundesregierung vorgesehenen „KI-Trainerinnen“ – könnten Organisationen dabei helfen, Rechtssicherheit und technische Umsetzbarkeit ihrer Datenaustauschinitiativen sicherzustellen.

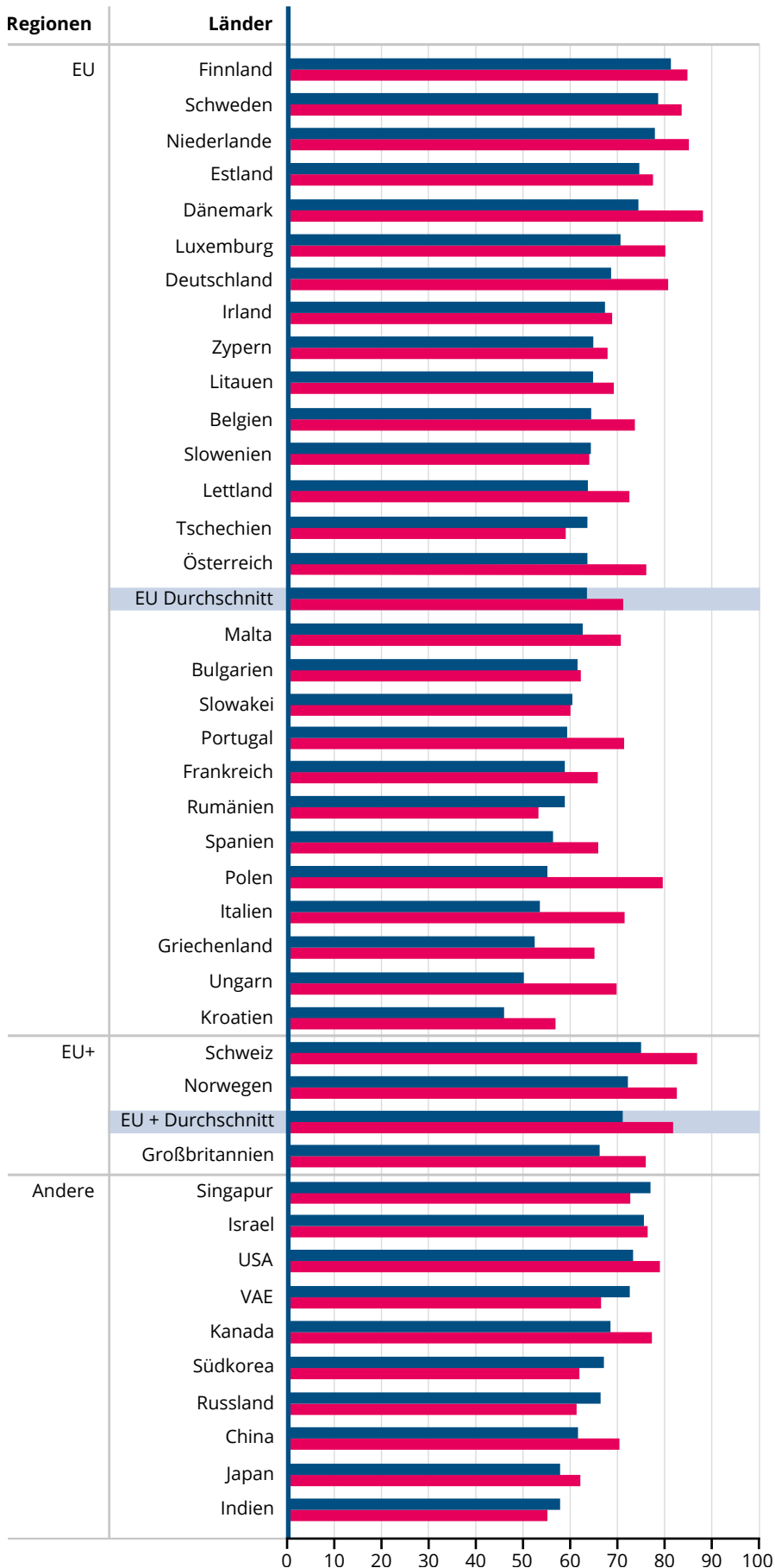
Empfehlungen zu Governance
(R1), (R8), (R13), (R18)



KI-Expertendichte nach Staaten



Digitalkompetenzen und Kompetenzen für die zukünftige Arbeitswelt nach Land und Region



Kompetenzstufen von 0 bis 100
(kein Land erzielt < 40)

Kompetenzen
■ Digitalkompetenzen
■ Kompetenzen für die zukünftige Arbeitswelt

1.2 KI-Talent: eine wichtige Ressource

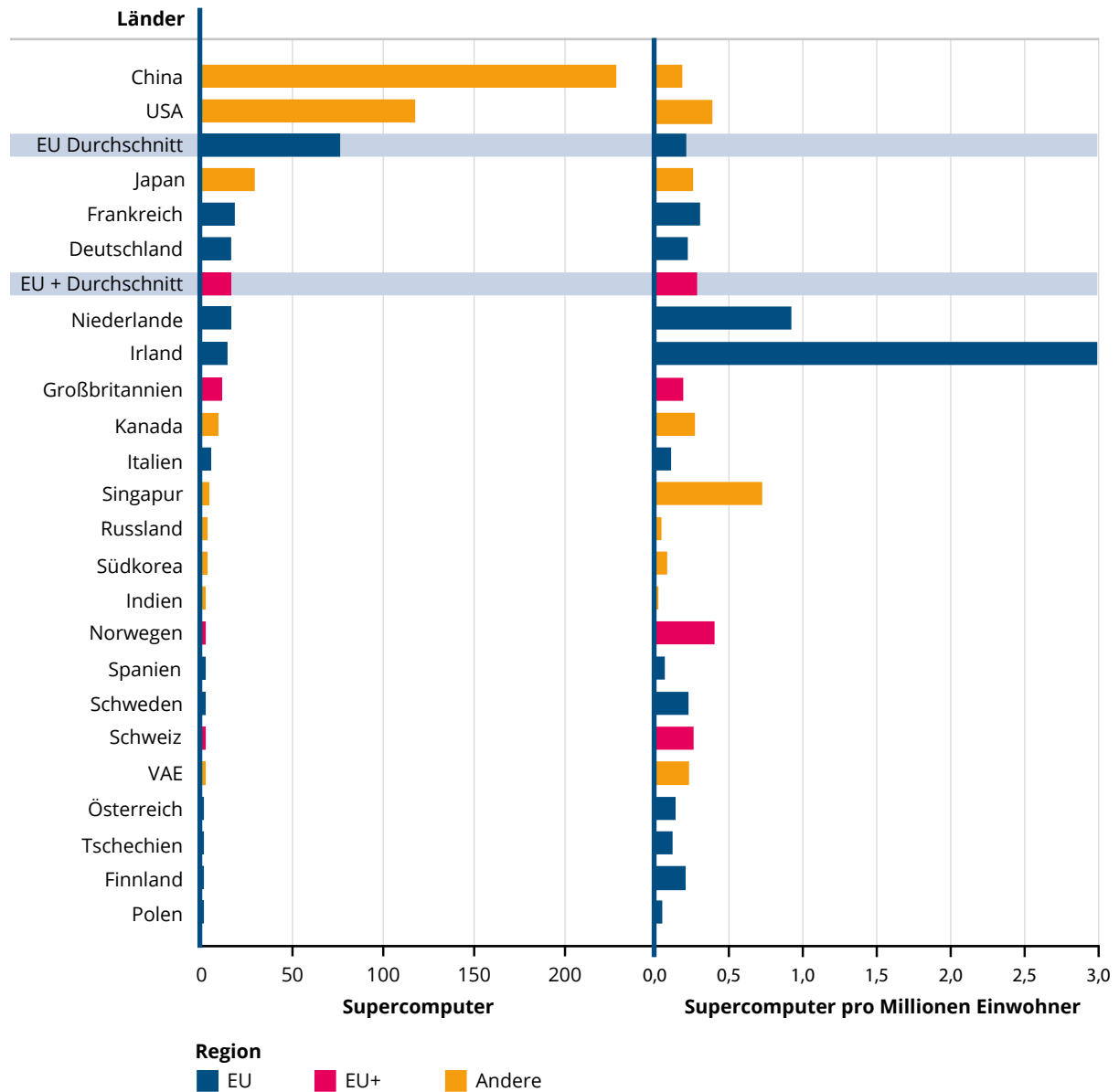
Wollen die EU und ihre Mitgliedsstaaten die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Potenziale von KI zur Entfaltung bringen und sowohl die hierfür notwendige Kommerzialisierung und Spitzenforschung vorantreiben als auch die Risiken von KI klug managen, bedarf es Bürgerinnen und Bürgern mit hoher digitaler Kompetenz. Blickt man allein auf digitale Basiskompetenzen von Erwerbstätigen (d. h. Computerkenntnisse, grundlegende Programmierung, digitale Kompetenz), nimmt die Europäische Union im internationalen Vergleich eine Position in der Spitzengruppe ein und steht vor Ländern wie China, Russland oder auch Indien. Innerhalb der internationalen Spitze hinkt Europa trotz seiner guten Basis den führenden KI-Nationen – darunter die USA, das Vereinigte Königreich, Südkorea und Singapur – dennoch hinterher. Darüber hinaus zeigt sich, dass auch in Europa selbst erhebliche Divergenzen bei der digitalen Kompetenz der erwerbstätigen Bevölkerungen verschiedener Länder bestehen. Dabei verfügen in Mittel- und Nordeuropa die Erwerbstätigen nicht nur über eine höhere digitale Kompetenz. In diesen Regionen bestehen zugleich erheblich bessere Rahmenbedingungen, die die Entwicklung von Kompetenzen für die zukünftige Arbeitswelt befördern. Im Vergleich hierzu weisen Süd- und Osteuropa sowohl im Bereich der Kompetenzen wie auch der Rahmenbedingungen größere Defizite auf.¹¹ Ein solches innereuropäisches Auseinanderdriften verschiedener Regionen zeigt sich ebenso bei der Dichte von KI-Talenten, sprich der Zahl von KI-Fachkräften pro eine Million Einwohner. Zusätzlich zu diesen großen Unterschieden zwischen den EU-Mitgliedsstaaten zeigt der internationale Vergleich der Dichte von KI-Talenten, dass Europa als Region sich auch hier insgesamt deutlich hinter führenden Nationen wie Singapur, dem Vereinigten Königreich, den USA und Kanada einsortiert.¹²

Es ist deshalb verständlich – und tatsächlich unerlässlich –, dass alle KI-Strategien in der EU einen Fokus auf Talentförderung und -erhalt legen, um der Abwanderung von KI- und Datenexpertinnen in attraktivere Forschungsökosysteme entgegenzuwirken. Von allen KI-Forscherinnen und derzeitigen Studenten im Fachbereich,

die ihren ersten akademischen Grad in Europa erworben haben, sind gegenwärtig weniger als die Hälfte (46 Prozent) überhaupt noch innerhalb der EU tätig. Entsprechend bringen mehr als die Hälfte der in Europa ausgebildeten KI-Talente ihre Kompetenzen und Expertise mittlerweile in außereuropäische Forschungs- und Innovationsökosysteme ein. Allein ein Viertel des abgewanderten Talents arbeitet und forscht dabei in den USA. Hierbei wandern sowohl Experten und Expertinnen ab, die ihre akademische Ausbildung innerhalb von Graduiertenprogrammen in den USA fortsetzen, wie auch vollständig ausgebildete und graduierte KI-Expertinnen.^{13,14} Die starke Anziehungskraft der USA – sowohl im Bereich der akademischen Forschung wie auch der privatwirtschaftlichen F&E-Landschaft – könnte sich allerdings aufgrund von Entscheidungen der Trump-Administration etwas abschwächen, da diese die Einwanderungsgesetze verschärft und dabei auch die Entscheidung getroffen hat, die Einreisemöglichkeiten für internationale Studentinnen und Studenten stark einzuschränken.¹⁵ Während die Ausbildung und Verfügbarkeit von KI- und Datenwissenschaftlerinnen für jedes Land eine wichtige Voraussetzung ist, um von KI profitieren zu können, werden für die Kommerzialisierung und breite Diffusion in die Wirtschaft und schließlich auch die Gesellschaft Entwicklerinnen und Ingenieure mit einem hohen Verständnis von KI ebenso benötigt, wie KI-kompetente Entrepreneurinnen, Unternehmerinnen und Produktentwickler. Zusätzlich zu KI-Expertinnen und KI-Experten braucht es also über alle Sektoren hinweg wirtschaftliche Fachkräfte und Unternehmerinnen, die ein hohes Maß an KI-Kompetenz aufweisen. Um diese zu entwickeln bedarf es nicht nur einer hervorragenden Forschungslandschaft, sondern auch effektiven Weiterbildungsprogrammen innerhalb Unternehmen sowie ergänzenden Bildungsprogrammen, bei denen praxisbezogene Kompetenzen stärker im Fokus stehen als akademische Grade.

Empfehlung 2: Weltweite KI-Talentnetzwerke schaffen und zukunftsweisende (Firmen-) Weiterbildungsprogramme fördern. Die Abwanderung von KI-Talent ist einerseits eine Folge der Schwäche des europäischen KI-Innovationsökosystems im Vergleich zur inter-

Anzahl an Supercomputern und Supercomputern pro Kopf pro Land
(Nicht gelistet sind Länder ohne Supercomputer)



nationalen Spitze. Gleichzeitig birgt diese Abwanderung allerdings auch neue Gelegenheiten für den KI-Standort Europa. Bedeutet die Abwanderung europäischer KI-Experten und Expertinnen doch ebenso, dass diese umfassenden Zugang zu den international führenden KI-Ökosystemen haben, insbesondere in den USA. Hiervon kann die europäische Wirtschaft mittelfristig profitieren, wenn belastbare Netzwerke geschaffen werden, die einen Rückfluss

der im außer-europäischen Ausland erworbenen Expertise ermöglichen und unterstützen. Anzudenken wäre hierbei etwa, eine engere Verknüpfung mit außereuropäischen Innovationsökosystemen über virtuelle Entsendungs- und Austauschprogramme, die es ermöglichen auch in Teilzeit Expertise in die europäische Forschungslandschaft und Wirtschaft einzubringen. Über solche Netzwerke und Programme könnten KI-Expertinnen und KI-Experten, die mittlerweile im

außereuropäischen Ausland tätig sind, ihre Kompetenz weiterhin in die europäische Wirtschaft aber auch Forschungslandschaft einbringen, ohne ihre neue Heimat verlassen zu müssen. Um die bestehende Talentbasis innerhalb der EU noch besser zu nutzen, sollten die EU-Mitgliedsstaaten außerdem ihre Steuermodelle für Unternehmen überdenken, die gerade versuchen, sich von den Auswirkungen der Corona-Pandemie zu erholen. Änderungen in der Steuerpolitik sollten darauf ausgerichtet sein, zukunftsweisende (Firmen-) Weiterbildungsprogramme auf eine Art steuerlich absetzbar zu machen, die Anreize für die Weiterbildung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern schafft. Während allgemeine Steueranreize Unternehmen ermöglichen, Liquiditätsreserven oder Kapital aufzubauen, was ihnen hilft, schnell auf Marktstörungen zu reagieren, werden Unternehmen diese Ressourcen nicht in ihre Arbeitskräfte investieren, wenn dieselbe Investition in Technologie, insbesondere in Software, zu einer größeren Produktivitätssteigerung führt.¹⁶ Deshalb sollten Steueranreize auf (Firmen-)Weiterbildungsprogramme ausgerichtet sein, die Menschen einen unanfechtbaren Vorteil gegenüber Maschinen verleihen und Arbeitnehmern helfen, in zukunftsfähigere Berufe zu wechseln, in denen Maschinen dazu eingesetzt werden, Menschen zu entlasten und sie zu unterstützen und nicht dazu, ihre Arbeitskraft (und ihre Jobs) zu ersetzen.

Empfehlungen zu Talentförderung und Forschung (R2), (R4), (R14), (R15), (R16)



1.3 Rechenleistung: (noch) keine strategische Ressource in der EU

Wenn Daten der Treibstoff der modernen Weltwirtschaft sind, dann sind Rechenleistung und Chips ihre Motoren. Künstliche Intelligenz kommt bereits heute vielfach im sog. *DeepTech*-Bereich zur Anwendung, seien es komplexe Berechnungen in der Arzneimittelforschung, Modellierungen des Klimawandels oder die Analyse enormer Datenmengen. Damit KI bei rechenintensiven Aufgabengebieten eingesetzt werden kann, ist der Zugang zu Supercomputern unerlässlich, so dass diese eine weitere strategische Ressource für die Leistungsfähigkeit von KI-Innovationsökosystemen darstellen. Im Juni 2020 standen von

den 500 leistungsstärksten Supercomputern der Welt 76 in der EU (das entspricht 0,17 je 1 Million Einwohner) und zusammengefasst weitere 15 im Vereinigten Königreich, Norwegen und der Schweiz. Diese Zahlen stehen im Vergleich zu 117 Supercomputern in den USA (0,35 je 1 Million Einwohner) und 228 in China (0,15 je 1 Million Einwohner). Hier weist Europa eine Schwäche auf, die letztlich nur in Teilen durch die Auslagerung von Rechenleistung in die Cloud oder die Nutzung privater Rechenzentren aufgefangen werden kann. Zusätzlich weist Europa erhebliche Defizite in der europäischen Halbleiterindustrie auf, wodurch starke Abhängigkeiten zu einer kleinen Anzahl außereuropäischer Chipentwickler und -hersteller entsteht. Die Halbleiterindustrie ist dabei insofern von enormer Bedeutung, dass sie sozusagen die Grundbausteine für jene Hochleistungsrechenzentren und Supercomputer liefert, in denen Künstliche Intelligenz trainiert, entwickelt und angewandt wird. Blickt man auf die globale Halbleiterindustrie, gibt es weltweit derzeit nur drei Unternehmen, die über die notwendigen Kapazitäten verfügen, modernste Chips im 5- bis 10-Nanometer-Bereich herzustellen. Hierbei handelt es sich um TSMC (Taiwan), Samsung Electronics (Südkorea) und Intel (USA).¹⁷ Ein zusätzliches Risiko erwächst aus dieser Abhängigkeit für Europa auch daher, dass die Halbleiterindustrie in der jüngeren Vergangenheit immer mehr zu einem Gegenstand des geopolitisch aufgeladenen Handelskonflikts zwischen den USA und China geworden ist.

In Europa fertigen lediglich die deutschen Firmen Infineon und Bosch sowie das österreichische Unternehmen AT&S Chips für namhafte Kunden (z. B. Apple). Auf dem weltweiten Markt hatten in der EU hergestellte Chips im Jahr 2018 allerdings gerade einmal einen Anteil von neun Prozent.¹⁸ In der Hoffnung, zu China und den USA im Halbleiterbereich aufzuschließen und den Abstand zu verringern,¹⁹ hat die EU das Electronic Components and Systems for European Leadership Joint Undertaking (ECSEL JU) ins Leben gerufen. Das Ziel dieser Public-Private-Partnership-Initiative ist es, die europäische Halbleiterindustrie über Leuchtturmprojekte mit einem Fokus auf drei Schlüsselbereiche (Industry4.0, Mobility.E und Health.E) zu fördern.²⁰ Zusätzlich könnte die

durch das EU-Rahmenprogramm Horizon 2020 geförderte European Processor Initiative (EPI) dabei helfen, die europäische Abhängigkeit von dieser Schlüsseltechnologie²¹ weiter zu verringern. Im Kern konzentriert sich EPI auf die Förderung der europäischen Fähigkeiten in den Bereichen Hochleistungsrechnen (*High Performance Computing*, HPC), energieeffizientes Allzweckrechnen (*General Purpose Computing*), Forschung in den traditionellen Wissenschaften (z. B. Chemie und Physik) und *Deep-Learning*-Architekturen für hoch-effiziente Inferenz in der Industrie und der Automobilbranche.²² Eine weitere Alternative wäre, dass Europa nicht selbst eigene Hersteller fördert, sondern stärker darauf abzielt, seine eigene Rolle innerhalb der globalisierten Produktionsketten im Bereich Halbleiter und Supercomputer zu stärken. Sich innerhalb der Zulieferketten heute dominanter Chip- und Supercomputerhersteller stark zu positionieren, ist ein weiterer Weg um Europas digitale Souveränität zu stärken.

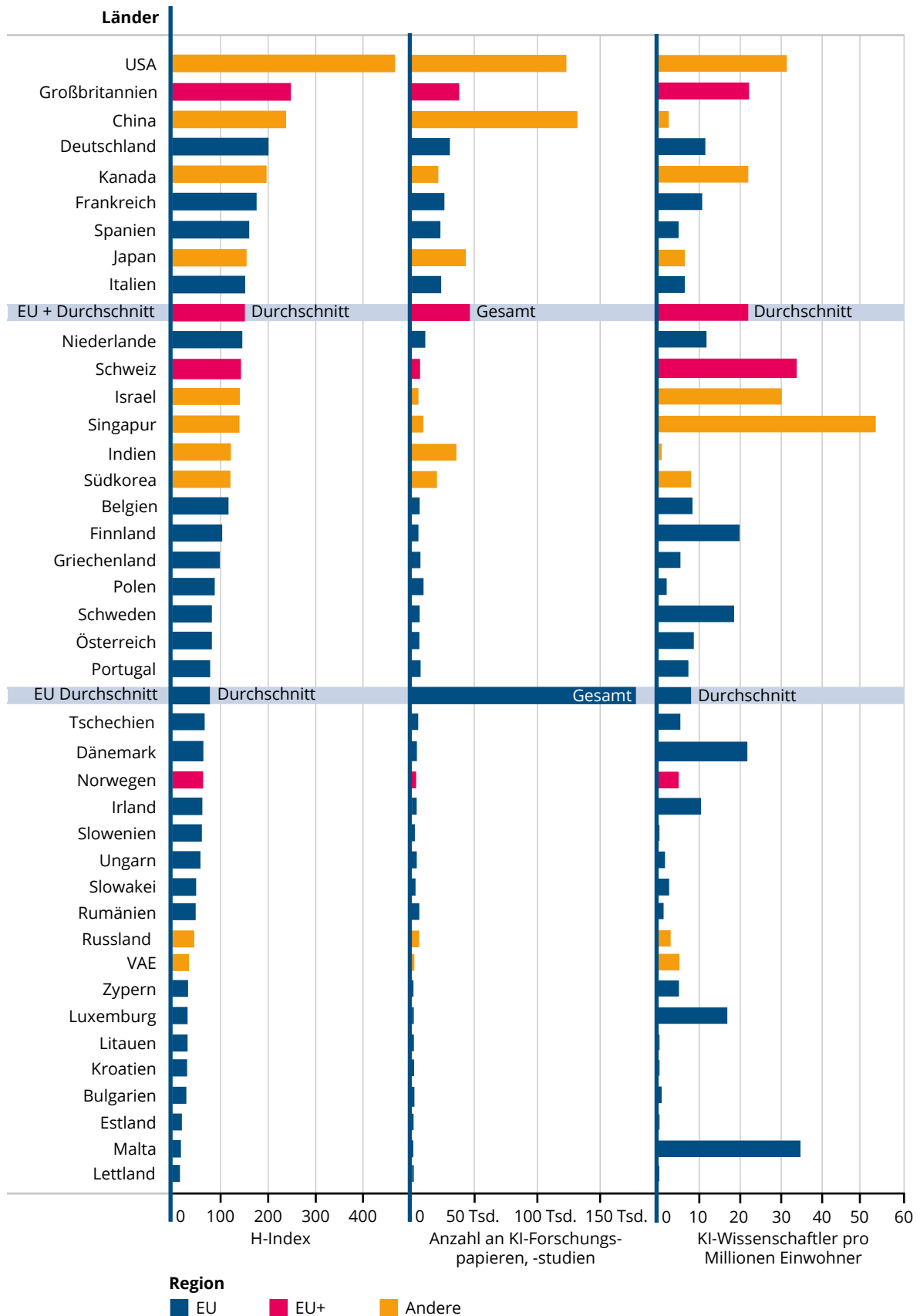
Empfehlung 3: Zugang zu weltweiten Lieferketten in der Halbleiterindustrie überwachen und sichern. Geistiges Eigentum, zu einem Standardprodukt gemachter Code und Daten zählen zu den Kernelementen einer jeden Digitalwirtschaft und bewegen sich fast ungehindert über Grenzen hinweg. Das verbleibende Grundelement, die Rechenleistung, ist jedoch an einen physischen Ort gebunden. Zwar ist Rechenleistung über die Cloud breit verfügbar, doch die Verbindung damit oder der Aufbau von Cloud-Servern bedarf spezieller Hardware und Fach-

kompetenz. Dieser Umstand hat Chips – die Bausteine der Rechenleistung – zu einem Wirtschaftsgut mit geopolitischer Bedeutung und Systemrelevanz werden lassen. Passende Antworten auf Unterbrechungen der globalen Lieferkette zu finden, erfordert ein tiefes Verständnis der globalen Akteure in der Branche und der Dynamiken, die den Wertschöpfungsprozess von Chips beeinflussen. Als Ergänzung bestehender KI-Observatorien auf nationaler und europäischer Ebene könnte ein Halbleiter-Observatorium Informationen für fundierte Politikentscheidungen liefern. Die EU sollte jedoch auch einen kontinuierlichen Zugang zur Chip-Lieferkette sicherstellen, indem sie ergänzende Kapazitäten in der Wertschöpfung von Halbleitern schafft. Eigene Sonderwirtschaftszonen (oder Cluster) könnten als Basis für in der EU angesiedelte Nischenanbieter dienen und internationale Firmen in diesem Bereich anziehen, von denen europäische Akteure Wissen für die Entwicklung ergänzender Ressourcen wie z. B. Firmware (in die Chips eingebundene Software) gewinnen können. Diese engeren internationalen Interaktionen und Wissenstransfers würden der EU helfen, sich den Zugang zu Halbleiterlieferketten zu sichern. Das Förderprogramm der deutschen Bundesregierung für das Chip-Werk von Bosch in Dresden im Jahr 2017 könnte als Blaupause für solche Sonderwirtschaftszonen dienen,²³ wenn es für eine größere Bandbreite an Akteuren geöffnet würde.

Empfehlungen zu Partnerschaften (R3), (R6), (R7), (R9), (R10), (R20)



H-Index, Anzahl an KI-Forschungspapieren, -studien und KI-Forschungsdichte nach Land



1.4 Forschung: nicht überall in der Region auf Weltklassenniveau

Europa besitzt eine starke internationale Forschungslandschaft. In der EU, Norwegen, der Schweiz und dem Vereinigten Königreich zusammen wurden im Zeitraum 1996 bis 2018 nach Auswertungen des *SCImago Journal & Country Rank* 223.879 wissenschaftliche Publikationen zum Thema KI veröffentlicht – das sind 1,7-mal mehr als in China (131.001) und 1,8-mal so viele wie in den USA (122.617). Die Qualität der Forschung variiert jedoch stark innerhalb der Region und erreicht nicht immer internationales Spitzenniveau. In einigen Fällen liegt der Einfluss europäischer KI-Veröffentlichungen sogar weit darunter. Im Vergleich mit anderen forschungsstarken Ländern leben in den EU-Mitgliedsstaaten im Mittel weit weniger KI-Forscherinnen und KI-Forscher. Mit Ausnahme von Malta kann keines der Mitgliedsländer so viele KI-Forscherinnen und KI-Forscher pro Kopf vorweisen wie Singapur, die Schweiz, die USA, Israel, das Vereinigte Königreich oder Kanada.²⁴ Gemessen an diesem Wert war das Vereinigte Königreich bis zum Brexit der stärkste KI-Forschungsstandort in der Region Europa. Während die skandinavischen Länder innerhalb der EU an der Spitze stehen, spielen die meisten ost- und südeuropäischen Länder bestenfalls eine marginale Rolle in der KI-Forschung und bauen häufig auf die Zusammenarbeit mit Forschern und Forscherinnen in anderen Ländern. Durchschnittlich 43 Prozent aller wissenschaftlichen Veröffentlichungen zum Thema KI aus einem EU-Mitgliedsstaat werden von mindestens zwei Autorinnen/Autoren aus unterschiedlichen Ländern verfasst – ein Indikator für die Stärke der akademischen Netzwerke eines Landes. In diesem Bereich wird die EU lediglich von den VAE (65 Prozent), Singapur (61 Prozent), Norwegen, dem Vereinigten Königreich und der Schweiz (gemeinsamer Mittelwert 58 Prozent), Kanada (48 Prozent) und Israel (44 Prozent) übertroffen. Der durchschnittliche Einfluss von Veröffentlichungen zum Thema KI (75,8) gemessen anhand des sog. H-Indexes bleibt jedoch hinter den beiden führenden KI-Forschungsnationen zurück (USA: 465 und China: 236) und weist in den europäischen Ländern eine breite Spanne auf. Einer der Gründe für den niedrigen H-Index ist

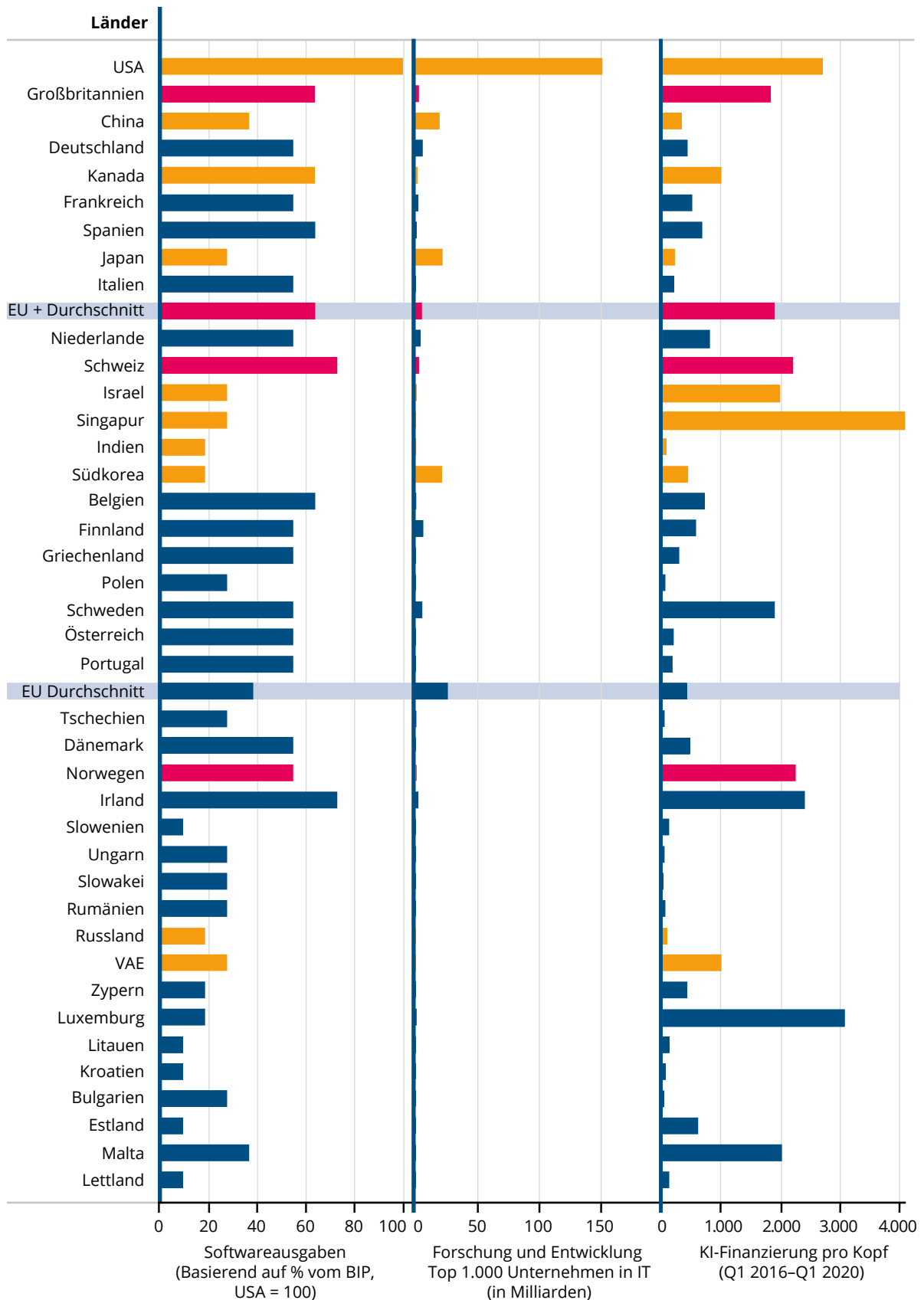
wahrscheinlich die Tatsache, dass viele der Arbeiten nicht auf Englisch, sondern in einer anderen Sprache veröffentlicht wurden, wodurch die Zitierhäufigkeit sinkt – die innerhalb des H-Index als entscheidender Faktor zur Beurteilung des Einflusses von Veröffentlichungen herangezogen wird. Bemühungen, den Einfluss der EU in der Forschungslandschaft zu steigern, könnten durch die vorgeschlagenen Mittelkürzungen für Horizon Europe, dessen Mittel auf 75,9 Mrd. EUR zusammengestrichen wurden (plus fünf Mrd. EUR aus dem Corona-Wiederaufbaufonds), zusätzlichen Gegenwind erhalten.²⁵ Das Europäische Parlament, das 120 Mrd. EUR für Horizon Europe gefordert hat, kann aber noch immer sein Veto einlegen.

Empfehlung 4: KI als übergreifendes akademisches Lehrfach fördern. Künstliche Intelligenz, insbesondere die Teildisziplin Maschinelles Lernen, findet verstärkt Eingang in Hochschulprogramme jenseits der Computerwissenschaften. Friedens- und Konfliktforscherinnen und -forscher nutzen KI-Modelle, um die Eskalation von Konflikten vorherzusehen. Klimaforscherinnen und Klimaforscher nutzen KI für Wettervorhersagen und auch in den Bereichen Genforschung, Biologie und Materialforschung wird KI immer wichtiger. Während die Förderung von eigenen auf KI ausgerichteten Programmen in der Computerwissenschaft weiterhin höchste Wichtigkeit genießt, muss die EU Wege finden, eine grundlegende Einführung in den Bereich KI und Maschinelles Lernen (ML) zu einem Grundpfeiler akademischer Programme zu machen – beispielsweise durch Integration in all-gemeine Kurse wie die „Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten“, wie sie an vielen deutschen Universitäten angeboten wird. Dies kann im Zuge der akademischen Ausbildung dazu beitragen, dass das Bewusstsein für die enormen Potenziale von KI in verschiedenen Bereichen der Forschung gestärkt wird und die spätere Zusammenarbeit von KI-Experten mit Forscherinnen und Forschern aus anderen Disziplinen erleichtert wird. Inwieweit hierdurch einfache KI-Anwendungen durch Informatik-fremde Forscherinnen und Forscher genutzt werden können, müsste darüber hinaus in der Praxis getestet werden.

Empfehlungen zu Talentförderung und Forschung (R2), (R4), (R14), (R15), (R16)



Ausgaben für Software, Ausgaben für Forschung und Entwicklung und KI-Finanzierungsdichte nach Land



Region
■ EU ■ EU+ ■ Andere

1.5 Kommerzialisierung: Unterschiede im wirtschaftlichen Reifegrad

Europa als industrieller Produktionsstandort, häufig als ein Schwerpunkt für die Politikgestaltung im Bereich Wirtschaft und Technologie betrachtet, droht die Chance, auf ein digitales Upgrade zunehmend zu verpassen. Im Durchschnitt investieren Unternehmen in der EU weniger in neue Technologien²⁶ als alle anderen Länder in der untersuchten Gruppe (mit Ausnahme von Russland),²⁷ wobei allerdings auch hier erneut große regionale Unterschiede in Europa existieren. Überdurchschnittliche Investitionen in neue Technologien findet man häufiger in West- und Nordeuropa als in Ost- und Südeuropa. Der vornehmliche Grund dafür ist die Konzentration von börsennotierten Unternehmen der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) mit großen Forschungs- und Entwicklungsbudgets in diesen Ländern, z. B. Nokia in Finnland, Telefonaktiebolaget LM Ericsson in Schweden, SAP in Deutschland und Halbleiterhersteller wie NXP und ASML Holding in den Niederlanden. Der Anteil dieser großen börsennotierten IKT-Unternehmen an den Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung aller in der EU ansässigen IKT-Unternehmen (25,8 Milliarden USD), die auf der Liste der 1.000 größten Aktienunternehmen weltweit zu finden sind, liegt bei fast 80 Prozent. Diese Ungleichheiten innerhalb der EU verschärfen nicht nur den relativen Mangel an Investitionen in neue Technologien insgesamt noch zusätzlich.²⁸ Es entsteht hierdurch auch das Risiko, dass sich heutige wirtschaftliche Asymmetrien innerhalb der EU erheblich verschärfen.

Darüber hinaus zeigt sich, dass das Gesamtbudget für Forschung und Entwicklung der führenden IKT-Unternehmen der EU gerade einmal einen Bruchteil des Budgets ihrer Pendanten in den USA (151,2 Mrd. USD) erreicht, gleichzeitig allerdings noch immer die entsprechenden Investitionen in anderen führenden Ländern übertrifft, sei es dabei Japan (21,5 Mrd. USD), Südkorea (21,1 Mrd. USD) oder auch China (19,1 Mrd. USD). Mit Blick auf die Förderung von KI-Start-ups lagen die Investitionen in junge Unternehmen in der EU zwischen dem ersten Quartal 2016 und dem ersten Quartal 2020 (180 Mrd. USD) aller-

dings weit hinter dem Investitionsvolumen in den USA (877 Mrd. USD) und China (458 Mrd. USD). Bezogen auf die Förderung von KI-Start-ups pro Kopf (Fördersumme für KI-Start-ups pro 1 Million Einwohner) stellt sich die Situation sogar noch dramatischer dar. Obwohl das Verhältnis im Mittel in der EU (406 USD) besser ausfällt als in China (318), bleibt der Wert doch weit hinter Singapur (4.060), den USA (2.697), den VAE (1.176) und Kanada (987) zurück. Dieses Ergebnis des internationalen Vergleichs unterstreicht die hohe Dringlichkeit von Maßnahmen, die die Zukunftsfähigkeit der europäischen Wirtschaft verbessern. Wenn wir die Flexibilität der Rechtsrahmenbedingungen im digitalen Bereich vergleichen, zeigt sich außerdem, dass digital fortschrittliche Länder ihre Rechtsrahmen schneller anpassen, als die EU-Mitgliedsstaaten. Die EU muss also nicht nur die Investitionen in den F&E-Bereich und Start-ups stärken. Sie muss angesichts der hohen Dynamik des Tech-Sektors auch regulatorisch schneller werden, um eine starke digitale Wirtschaft in Europa zu fördern.

Die Regierung und der öffentliche Sektor spielen bei der Regulierung neuer Technologien, wie KI, eine entscheidende Rolle. Zusätzlich sind sie aber auch ein wichtiger Treiber der Unterstützung und der Entwicklung von Innovation – sei es dabei als die Innovationskultur stärkendes Vorbild, als Geldgeberin (z. B. durch öffentliche Förderung von Grundlagenforschung, direkt durch Forschungsprogramme und indirekt über die Hochschulfinanzierung) oder als „Gründer und Gründerin“ von Märkten (z. B. das hohe Volumen der öffentlichen Beschaffung).²⁹ Letzteres lässt sich in Zahlen fassen: Zwölf Prozent des Bruttoinlandsprodukts geht in OECD-Ländern im Durchschnitt auf die öffentliche Beschaffung zurück, und die allgemeinen Ausgaben des öffentlichen Sektors belaufen sich auf 35 bis 60 Prozent des Bruttoinlandsprodukts.³⁰ In Deutschland allein könnte die Digitalisierung des öffentlichen Sektors Bürgerinnen und Bürger jedes Jahr 84 Millionen Stunden an Zeit einsparen.³¹ Dieses Potenzial ist alles andere als theoretisch. Estland hat bereits 99 Prozent seiner öffentlichen Dienstleistungen digitalisiert. Nur Hochzeiten, Scheidungen und Immobilientransaktionen erfordern hier noch eine Interaktion von Angesicht zu Angesicht mit

Überblick: KI in den EU-Mitgliedsstaaten – kein einheitliches Bild



Osteuropa: Unzureichende öffentliche Förderung, schwache Forschungslandschaft und fehlende Kommerzialisierung.

Die Kombination aus geringeren Ausgaben für die öffentliche Beschaffung von Technologien (–29 Prozent im Vergleich zum EU-Durchschnitt), niedrigeren Niveaus der IKT-Nutzung und -Effizienz (–41 Prozent) und ineffizienten Rechtsrahmen für den digitalen Bereich (–18 Prozent) führt zu nur sehr geringen Erfolgsraten bei der Kommerzialisierung in diesem Cluster. Die Folge sind erhebliche Defizite im privaten Sektor und ein Mangel an Investitionen (–36 Prozent), was auch F&E im privaten Sektor (–98 Prozent) und Start-up-Förderung (–89 Prozent) signalisieren. Doch es gibt auch Grund zur Hoffnung. Trotz der geringen internationalen Forschungszusammenarbeit und weniger gemeinsamen wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Vergleich mit der EU insgesamt, ist der Einfluss der Forschung aus diesem Cluster unverhältnismäßig hoch. Eine Stärkung der internationalen Forschungsbeziehungen mit Osteuropa könnte daher ein beträchtliches Potenzial erschließen.

Mittel- und Nordeuropa: Starke allgemeine Investitionen und Anwendungen einschließlich einflussreicher Forschung, mögliche Verbesserung bei Technologieexporten und digitaler Kompetenz. Charakteristisch für dieses Ländercluster ist eine generelle Führungsposition in allen Kennzahlen. Diese Länder schneiden im Durchschnitt bei allen gemessenen Kennzahlen im Bereich KI um 66 Prozent besser ab, wobei ein Schwerpunkt bei der internationalen Forschungszusammenarbeit und dem Einfluss von KI-Veröffentlichungen, IKT-Effizienz, unternehmerischer F&E und KI-Investitionen liegt. Zwar sind diese Länder insgesamt führend, ziehen aber in Bezug auf High-Tech-Exporte, Kompetenzen für die zukünftige Arbeitswelt und digitale Kompetenzen der derzeitigen Erwerbstätigen lediglich mit dem EU-Durchschnitt gleich, was Raum für Verbesserung lässt.

- Ländercluster**
- Zentral- und Nordeuropa
 - Nord- und Südosteuropa
 - Westeuropa
 - Osteuropa
 - Andere



Nord- und Südosteuropa: Gut ausgebildete Bevölkerung, aber wirtschaftlich und technologisch schwache Rahmenbedingungen. Ein Mangel an privaten Investitionen und Forschungsinvestitionen durch börsennotierte Unternehmen in der IKT-Branche hat die Länder in diesem Cluster stark zurückfallen lassen, so dass sie den EU-Durchschnitt nicht einmal halb erreichen. Ein besonderer Mangel herrscht in den Ländern an *Supercomputing*-Kapazitäten und Wissenschaftlern sowie Wissenschaftlerinnen. Während die Internetverbreitung nur knapp unter dem Durchschnitt liegt, profitiert dieses Cluster von durch die EU ermöglichter IKT-Regulierung, einem guten Niveau an Cybersicherheit und digitalen Kompetenzen sowie Kompetenzen für die zukünftige Arbeitswelt, die dem EU-Durchschnitt entsprechen, was ein starkes Potenzial für Anreize signalisiert, die Investitionen in den privaten und Forschungssektor fördern.

Westeuropäische Länder: starke Basis an wissenschaftlich einflussreichem KI-Talent. Neben einem starken Einfluss in der wissenschaftlichen Forschung (+50 Prozent) und einem überdurchschnittlichen Anteil an KI-Forschern und -Forscherinnen und Fachkräften im Markt (+23 Prozent) gibt es nicht erschlossenes Potenzial für kleinere Forschungs- und Kommerzialisierungsvolumen, das helfen könnte, den Rückstand bei den Technologieexporten (-24 Prozent) und privater Forschung und Entwicklung (-54 Prozent) auszugleichen.

Luxemburg und Malta: Spezielle Akteure – Einzigartige Position. Eine intensive Nutzung von KI im öffentlichen Sektor und die Beheimatung führender digitaler Plattformen und Unternehmen machen beide Länder zu Spitzenreitern bei der KI-Förderung durch Unternehmen (+331 Prozent im Durchschnitt beider Länder), bei der KI-Fachkräftedichte (Luxemburg: +522 Prozent) und bei der KI-Forscherinnendichte (Malta: +441 Prozent). Doch während die Mittel aus steuerlichen Gründen in die Länder fließen, verteilt sich die tatsächliche intellektuelle Wirkung auf ganz Europa und lässt die beiden Länder eher zu administrativen Briefkästen für KI-Unternehmen werden als zu wirksamen und lebendigen KI-Ökosystemen.

einem Staatsbeamten bzw. einer Staatsbeamtin.³² Für die EU als Ganzes gilt jedoch, dass staatliche Kaufentscheidungen im Durchschnitt weniger Anreize für technologische Innovation bieten, als in allen anderen Ländern der untersuchten Gruppe (mit Ausnahme von Kanada).

Jetzt, wo aufgrund der Auswirkungen von COVID-19 Europa sehr wahrscheinlich am Beginn einer Phase mit geringerem Wachstum steht, verwandelt sich dieser Mangel an Anreizen in eine verpasste Gelegenheit. Die umfassenden Konjunkturprogramme der Regierungen kündigen eine Rückkehr zum „starken“ Staat an, der die Macht hat, neue Märkte und Anreize für KI-gestützte Innovation zu schaffen. Doch erneut fällt die öffentliche Beschaffung im Bereich fort-

schrittliche Technologien in der EU insgesamt niedrig aus und variiert stark auf Ebene der Länder. Und auch hier klafft eine deutliche Lücke zwischen west- und nordeuropäischen Ländern wie Deutschland (84,2), Luxemburg (78,2), Schweden (65) und den Niederlanden (60,5) auf der einen und hauptsächlich osteuropäischen Ländern wie Kroatien (12,9), Rumänien (13,7), Griechenland (18,5) und Slowenien (22,8) auf der anderen Seite. Allerdings muss hier auch darauf hingewiesen werden, dass eine starke öffentliche Beschaffung von fortschrittlichen Technologien nicht notwendigerweise auch bessere öffentliche Dienstleistungen bedeutet. Die Entwicklung funktionierender *E-Government*-Systeme ist nicht nur eine technologische sondern vor allem auch eine komplexe institutionelle Aufgabe.

Empfehlung 5: Cyber- und KI-Sicherheit als Treiber für Innovation und Kommerzialisierung fördern. Die Förderung der Kommerzialisierung von KI ist eine mehrdimensionale Aufgabe, die es erfordert, alle Empfehlungen in dieser Studie zu berücksichtigen. Während die meisten dieser Empfehlungen sich mit Governance und Wissenschaftsförderung und Initiativen aus dem privaten Sektor beschäftigen, sollte die EU auch die Rolle des Militärs und von Sicherheitsbehörden als strategische Akteure im digitalen Ökosystem nicht außer Acht lassen, wobei hier gerade nicht nur offensive militärische Anwendungen als Treiber für Innovation Berücksichtigung finden müssen. Innerhalb des öffentlichen Sektors im weiteren Sinne ist das Militär und der Sicherheitssektor ein wichtiger Geldgeber für Forschung, Entwicklung und Kommerzialisierung von fortschrittlichen Technologien. Da die Nebeneffekte für andere Branchen erheblich sein können (wie die Beispiele USA und Israel eindringlich zeigen), sollte die EU eine stärkere Durchlässigkeit

zwischen verschiedenen Bereichen des Sicherheitssektors und digitalen Ökosystemen fördern. Um dies zu erreichen, könnten in den Cybereinheiten der Militärs der EU-Mitgliedsstaaten Ausbildungskomponenten im unternehmerischen Denken Eingang finden. Zusätzlich sollte ein europäisches Netzwerk von zivilen und militärischen Innovationsagenturen (z. B. die Bundesagentur für Sprunginnovationen oder das Cyber Innovation Hub in Deutschland) entstehen. Die EU kann diese Anstrengungen im Bereich Cybersicherheit durch eine noch engere Zusammenarbeit mit der Joint European Disruptive Initiative (JEDI) und der Defense Advanced Research Project Agency (DARPA) der USA nutzen. Inwieweit hierbei auch die neue Allianz zwischen Israel und den VAE zum Ausbau der operativen Kapazität und der Automatisierung im Sicherheitssektor – weit über autonome Waffensysteme hinaus – genutzt werden kann, sollte intensiver diskutiert werden.

Empfehlungen zu Kommerzialisierung (R5), (R11), (R12), (R17), (R19)



- 1 Europäische Kommission (2020): AI Watch: Monitor the development, uptake and impact of Artificial Intelligence for Europe: <https://ec.europa.eu/knowledge4policy/ai-watch> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 2 Indien, Russland, Israel, Japan, Südkorea, VAE, Kanada und Singapur.
- 3 Auch wenn kein Indikator für diese Regionen in den Daten vorhanden war.
- 4 Indien wird China voraussichtlich in der kommenden Dekade überholen, da zu erwarten ist, dass seine Bevölkerungszahl bis zum Jahr 2026 über die Zahl Chinas ansteigen wird. Zum Vergleich: in den USA leben 292 Millionen Internetnutzer.
- 5 Dr. Holger Schmidt (2020): Plattform Ökonomie. Dr. Holger Schmidt Netzökonom in: <https://www.netzoekonom.de/plattform-oekonomie/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 6 International Federation of Robotics (2019): Executive Summary of World Robotics 2019 Industrial Robots. Verfügbar: <https://ifr.org/downloads/press2018/Executive%20Summary%20WR%202019%20Industrial%20Robots.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 7 Reinsel, Venkatraman, Gantz, Rydning (2019): The EMEA Datasphere: Rapid growth and migration to the edge. International Data Corporation, in: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/data-age-emea-idc.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 8 Gantz, Reinsel, Rydning (2019): The US Datasphere: Consumers flocking to cloud. International Data Corporation. Verfügbar: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/data-age-us-idc.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 9 Heikkilä (2020): The Achilles' heel of Europe's AI strategy, in: <https://www.politico.eu/article/europe-ai-strategy-weakness/> [letzter Abruf: 2.11.2020].

- 10 Balsler (2020): Schatz aus dem Netz. Süddeutsche Zeitung, in: <https://www.sueddeutsche.de/politik/digitale-gesellschaft-schatz-aus-dem-netz-1.4769008> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 11 Schwab (2019): The global competitiveness report. Weltwirtschaftsforum, in: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 12 Auf eine Million EU-Einwohner kommen laut einer Analyse von LinkedIn-Daten im Durchschnitt 27 KI-Fachkräfte. Die Zahl variiert jedoch innerhalb der Region. Luxemburg führt in dieser Auswertung mit 115,6 KI-Fachkräften je 1 Million Einwohner, gefolgt von Finnland und Irland mit einer Zahl von jeweils 59,5 bzw. 59,4. Bulgarien, Malta und Polen liegen dagegen mit jeweils 4,3, 4,6 bzw. 6,1 KI-Fachkräften je 1 Million Einwohner deutlich zurück. Zum weltweiten Vergleich: Singapur, das Vereinigte Königreich, die USA und Kanada können basierend auf demselben Datensatz jeweils 103,7, 50,6, 47,8 bzw. 39,9 KI-Fachkräfte je 1 Million Einwohner vorweisen.
- 13 Von den verbleibenden 29 % gehen 3 % zum Arbeiten nach Kanada, 6 % ins Vereinigte Königreich und 20 % arbeiten noch gar nicht, da sie aktuell ein Graduiertenprogramm abschließen.
- 14 Macro Polo (2020): The global AI talent tracker, in: <https://macropolo.org/digital-projects/the-global-ai-talent-tracker/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 15 Hartocollis (2020): 17 states sue to block visa student rules. The New York Times, in <https://www.nytimes.com/2020/07/13/us/f1-student-visas-trump.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 16 Groth (2017): Sorry, congress: the tax bill won't create the jobs of the future. Wired, in: <https://www.wired.com/story/sorry-congress-the-tax-bill-wont-create-the-jobs-of-the-future/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 17 Hao (2020): A new \$12 billion US chip plant sounds like a win for Trump. Not quite. MIT Technology Review, in: <https://www.technologyreview.com/2020/05/19/1001902/tsmc-chip-plant-and-huawei-export-ban-not-trump-win> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 18 Ott (2018): European chip industry aims to get back on the map. Handelsblatt, in: <https://www.handelsblatt.com/english/companies/semiconductors-european-chip-industry-aims-to-get-back-on-the-map/23582014.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 19 The Economist (2018): Chip wars: China, America and silicon supremacy, in: <https://www.economist.com/leaders/2018/12/01/chip-wars-china-america-and-silicon-supremacy> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 20 ECSEL Joint Undertaking (2020): Lighthouse initiatives, in: <https://www.ecsel.eu/lighthouse-initiatives> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 21 European Processor Initiative (2020): EPI, in <https://www.european-processor-initiative.eu/project/epi/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 22 *Deep Learning* bzw. *Convolutional Neural Networks* bezeichnet eine Methode des maschinellen Lernens basierend auf Schichten künstlicher neuronaler Netzwerke, die zunehmend feinere Muster erkennen und eine entsprechende Auszeichnung vornehmen. Die Methode findet am häufigsten in der Bilderkennung und im überwachten Lernen Anwendung.
- 23 Miethke, Rothe, Binninger (2017): Bosch baut Chip-Werk in Dresden. *Sächsische Zeitung*, in: <https://www.saechsische.de/bosch-baut-chip-werk-in-dresden-3705198.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 24 Im EU-weiten Durchschnitt leben in den Mitgliedsländern je 7,5 KI-Forscher – im Vergleich dazu Singapur (59,2), die Schweiz (33,7), die USA (31,3), Israel (30), das Vereinigte Königreich (22) und Kanada (21,9). Innerhalb der EU sind Malta (34,6), Dänemark (21,6), Finnland (19,8) und Schweden (18,4) führend. Bezogen auf die Gesamtzahl der KI-Forscher steht Deutschland an der Spitze der Liste, nachdem das Vereinigte Königreich die EU verlassen hat.
- 25 Generalsekretariat des Rates (2020): Außerordentliche Tagung des Europäischen Rates (17., 18., 19., 20. und 21. Juli 2020). Seiten 5, 18, 20. Europäischer Rat, in: <https://www.consilium.europa.eu/media/45109/210720-euco-final-conclusions-en.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 26 Zum Beispiel: das Internet der Dinge, fortschrittliche Datenanalyse und Künstlichen Intelligenz, erweiterte virtuelle Realität und Wearables, fortschrittliche Robotik und 3D-Druck.
- 27 USA (100), Israel (95), Japan (79), VAE (77), Singapur (76), Kanada (65), Indien (61), China (56) und Südkorea (56).
- 28 Mittelwert der Antworten auf die Frage: „In your country, to what extent do companies invest in emerging technologies (e. g. Internet of Things, advanced analytics and artificial intelligence, augmented virtual reality and wearables, advanced robotics, 3D printing)?“ [1 = gar nicht; 7 = in großem Umfang] | 2017–2018 gewichteter Mittelwert. Quelle: Schwab (2017): Executive Opinion Survey 2017: The global competitiveness report 2017–2018. Weltwirtschaftsforum, in: http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/eos2017_questionnaire.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 29 Mazzucato (2013): Government-investor, risk-taker, innovator. TED, in: https://www.ted.com/talks/mariana_mazzucato_government_investor_risk_taker_innovator/discussion [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 30 McKinsey & Company (2018): Government 4.0 – the public sector in the digital age, in: <https://www.mckinsey.de/publikationen/leading-in-a-disruptive-world/government-40-the-public-sector-in-the-digital-age> [letzter Abruf: 2.11.2020]. OECD (2017): Government at a glance 2017. OECD Publishing, in: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/gov_glance-2017-endf?expires=1600781962&id=id&acname=guest&checksum=9339163D5F129BD544B854D8DF0C749D [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 31 McKinsey & Company (2018): Government 4.0 – the public sector in the digital age, in: <https://www.mckinsey.de/publikationen/leading-in-a-disruptive-world/government-40-the-public-sector-in-the-digital-age> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 32 Barbaschow (2018): e-Estonia: What is all the fuss about? ZDNet, in: <https://www.zdnet.com/article/e-estonia-what-is-all-the-fuss-about/> [letzter Abruf: 2.11.2020].



2. Zusammenfassung der KI-Strategie der EU

Die USA und China führen im weltweiten Rennen um KI, doch auch andere Staaten haben damit begonnen, KI zur nationalen Priorität zu erheben. Während einige Länder in Europa, z. B. das Vereinigte Königreich, Frankreich und Deutschland, Voraussetzungen geschaffen haben, um erfolgreich KI-Fähigkeiten für die Wirtschaft und Gesellschaft aufzubauen, sieht sich die EU als Ganzes dem Risiko ausgesetzt, aufgrund der schwachen KI-Ökosysteme in vielen Mitgliedsstaaten den Anschluss zu verlieren. Einige einflussreiche Stimmen mahnen bereits, dass die Chancen für eine florierende KI-Landschaft in Europa gering seien.³³ Vor diesem Hintergrund und aufbauend auf strategische Initiativen von EU-Mitgliedsstaaten hat die Europäische Kommission unter der neuen Präsidentin von der Leyen die Förderung von Künstlicher Intelligenz in Europa zur Priorität erklärt und eine Reihe von Richtlinien erlassen, die darauf abzielen, „Europa fit für das digitale Zeitalter zu machen“. Vor diesem Hintergrund bietet dieses Kapitel zunächst einen Überblick über die nationalen KI-Strategien sowie die Förderungen und Rahmensetzungen der EU und leitet strategische Möglichkeiten der EU für den globalen KI-Wettbewerb ab.

2.1 Übereinstimmungen und Unterschiede der nationalen KI-Strategien in der EU

Bis zum Februar 2020 waren insgesamt 15 EU-Mitgliedsstaaten (das Vereinigte Königreich eingerechnet) der Vorgabe aus Brüssel gefolgt und hatten eine nationale KI-Strategie veröffentlicht. Alle anderen Mitgliedsstaaten sind gegenwärtig noch im Prozess der Strategiefindung und -formulierung, so dass weitere Veröffentlichungen von KI-Strategien noch zu erwarten sind.

Alle nationalen KI-Strategien betonen, dass Künstliche Intelligenz ein Technologiefeld von herausragender geopolitischer Bedeutung ist, unterscheiden sich aber gleichzeitig in der Frage, ob KI ganzheitlich oder fokussiert auf einzelne Sektoren gefördert werden soll.³⁴ Von den bereits existierenden KI-Strategien und Entwürfen können zehn als strategisch umfassende Ansätze bezeichnet werden, die sowohl genügend finanzielle Mittel investieren und strategische Schwerpunkte für die KI-Förderung setzen. Blickt man auf die Gesamtheit europäischer Strategien liegt der stärkste sek-

torale Fokus auf dem Gesundheitswesen,³⁵ gefolgt von den Bereichen Transport und Energie,³⁶ Landwirtschaft, öffentliche Verwaltung³⁷ sowie Industrie und Fertigung.³⁸ Bei diesen Schwerpunktsetzungen sollte allerdings berücksichtigt werden, dass die EU in bestimmten Bereichen gegenüber nationalstaatlichen Bemühungen besser geeignet ist, KI umfassend zu fördern. Zu Letzteren zählen etwa die Bereiche Transport, Energie, Landwirtschaft und Mobilität, wohingegen das Gesundheitswesen und die öffentliche Verwaltung stark länderabhängig sind und daher eher spezifisch nationale Ansätze erfordern.

Bemerkenswert ist, dass Verteidigung und Sicherheit nur in der französischen KI-Strategie als Anwendungsgebiete von KI und Gegenstand der KI-Förderung benannt werden. Das französische Verteidigungsministerium hat dabei die Bedeutung von KI für das Militär unterstrichen, als es Anfang 2018 Pläne für die Investition von 100 Mio. EUR jährlich in die KI-Forschung bekannt gab.³⁹ Auch wenn mehrere europäische Projekte derzeit an der Entwicklung von KI-gestützten Verteidigungstechnologien arbeiten, ist die politische und strategische Debatte in der EU zum Thema KI-gestützte Militärtechnologie unterentwickelt. Das führt zu einem strategischen Nachteil für die EU, wenn man berücksichtigt, dass die Debatte über die Art und Weise, in der KI die Kriegsführung und militärische Organisation verändern könnte, in den USA und China gerade ihren Höhepunkt erreicht.⁴⁰ Berichte über deutlich erhöhte KI-Investitionen durch diese Regierungen lassen darauf schließen, dass sich an dieser Dynamik in absehbarer Zukunft nichts ändern wird.

Bei einem genaueren Blick auf die KI-Förderung zeigt sich sowohl bei den fertigen Strategien als auch in den Entwürfen zum einen ein Schwerpunkt auf drei notwendige Säulen – Talent, Daten und Computing-Infrastruktur. Ein weiterer Schwerpunkt bildet die Frage, wie diese Säulen die Entwicklung und den Einsatz von KI auf nationaler Ebene unterstützen. Während in den meisten Plänen die Talentförderung gestützt und der offene Zugang zu Daten befördert wird, greifen die meisten Strategien beim dringend erforderlichen Ausbau der Computing-Infrastruktur häufig zu kurz. Um diese Säulen zu fördern werden u. a.

die folgenden Ansätze genutzt: Verbesserung der akademischen und beruflichen Ausbildung; Bereitstellen von Datenaustauschmodellen; Förderung der Forschung; mehr Durchlässigkeit zwischen Forschung und Unternehmen; Unterstützung der Kommerzialisierung durch den privaten und öffentlichen Sektor und die Schaffung einer innovationsförderlichen und menschenzentrierten Regulierung (Governance) sowie eines entsprechenden Rechtsrahmens.

Um darüber hinaus eine digitale Gesellschaft zu fördern, werden in Europa auch verschiedene Formen von *Massive Open Online Courses* (MOOCs) nach dem Vorbild von Finnland (*Elements of AI*) durchgeführt. Solche Projekte wurden unter anderem auch in Belgien, Estland, Ungarn, Lettland, Malta und den Niederlanden ins Leben gerufen. In der Hoffnung, die Durchlässigkeit zwischen Forschung und dem privaten und öffentlichen Sektor zu verbessern, hat die Idee der „Innovationsgutscheine“ ihren Weg in eine Reihe unterschiedlicher Strategien gefunden. Der Fokus liegt hier einerseits auf kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie andererseits auf Start-ups, wobei Letztere insbesondere beim Marktzugang und der Finanzierung unterstützt werden sollen. In vielen Strategien findet sich außerdem ein Bekenntnis zu einer innovationsoffenen Nutzung von Daten, doch fallen die Ideen zu Vereinbarungen über die gemeinsame Nutzung von Daten und den Datenaustausch, Datenmärkte, Datentreuhänder und Maßnahmen für eine Verbesserung der Interoperabilität oder API-Standards sehr unterschiedlich aus – wobei einige Länder sich hierzu erst noch positionieren müssen. So plant Lettland beispielsweise eine Befragung von Fachleuten, um die Bedürfnisse in Bezug auf Daten zu ermitteln. Die niederländische Strategie sieht eine Bestandsaufnahme der Mechanismen für die gemeinsame Nutzung von Daten vor.

Im Kontrast zu all diesen positiven Aspekten ist anzumerken, dass in praktisch allen nationalen Strategien die Notwendigkeit des Aufbaus eigenständiger Kapazitäten im Bereich Supercomputer und Rechenzentren entweder zu wenig Beachtung findet und ganz vernachlässigt wird oder lediglich durch Verweise auf EU-Initiativen (z. B. das Gemeinsame Unternehmen für europäisches

Hochleistungsrechnen, EuroHPC JU⁴¹ mit einem Haushalt von einer Mrd. EUR und die European Open Science Cloud⁴²) Eingang findet. Einige Pläne beinhalten zwar nationale Supercomputer-Initiativen (z. B. das spanische Supercomputing-Netzwerk RES bestehend aus 13 Supercomputern, Frankreichs geplante Investition von 115 Mio. EUR in neue Supercomputer oder der 18 Mio. EUR teure Supercomputer, der am SURF

in den Niederlanden entwickelt wird). Noch sind all diese Beispiele aber die Ausnahme. Der Ausbau eigener Kapazitäten nicht nur im Bereich Supercomputer, sondern allgemein im Halbleiterbereich kann außerdem dazu beitragen, die problematische Abhängigkeit Europas und von außereuropäischen Zulieferern auch im 5G-Bereich zu reduzieren, die in den letzten 1,5 Jahren immer wieder sehr kritisch diskutiert wurde.

ÜBERBLICK – Brexit: Starke Auswirkungen auf Daten- und Talentströme



Das Vereinigte Königreich bietet in vielerlei Hinsicht ein attraktiveres Umfeld für KI-Fachkräfte, KI-Forschung und Entwicklung sowie die Kommerzialisierung als die EU-Mitgliedsländer. Seit 1996 hatten wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Vereinigten Königreich einen stärkeren Einfluss auf den Fachbereich. Von den 302 Mrd. USD an Risikoinvestitionen in KI-Start-ups in der EU und dem Vereinigten Königreich im Zeitraum vom ersten Quartal 2016 bis zum ersten Quartal 2020 gingen allein 120,5 Mrd. USD an Unternehmen/Start-up-Hubs im Vereinigten Königreich. Zusätzlich zu einer guten Finanzierungslage kann Großbritannien außerdem die erfolgreichsten Start-ups vorweisen, was wiederum die Anziehungskraft für KI-Entwicklung und -Talent zusätzlich stärkt. Unter den großen Namen im KI-Ökosystem London finden sich sowohl das Unternehmen *Improbable*, das erst kürzlich 600 Mio. USD Wagniskapital einwarb, das erst unlängst zum Einhorn aufgestiegene Unternehmen BenevolentAI oder auch Ocado. Letzt genanntes Start-up ist nach Amazon gegenwärtig wohl das fortschrittlichste KI-Unternehmen in der Logistikbranche. Last but not least hat auch das inzwischen von Alphabet (Google) übernommene DeepMind, bei dem die internationale Spitze an KI-Fachleuten beschäftigt ist, seinen Sitz in London.

Viele der klügsten Köpfe der Branche in Europa zieht es an die Hochschulen und in die Unternehmen des Vereinigten Königreichs – ein wichtiger Faktor, bedenkt man, wie wichtig es für die EU ist, den Fachkräftemangel auf dem Kontinent zu beheben. Im Jahr 2017 gab es in den verbleibenden 27 EU-Mitgliedsstaaten etwa 496.000 unbesetzte Stellen in den Bereichen Big Data und Datenanalyse. Inwieweit allerdings dieses Wettbewerbsvorteil anhalten wird, ist ungewiss. Im Juni 2020 gab das Vereinigte Königreich bekannt, dass EU-Bürgerinnen und -Bürger zukünftig keinen Anspruch mehr auf den *Home-Fee-Status* und damit gedeckelte Studiengebühren sowie Studienkredite haben werden. Daraus folgt ein möglicher Rückgang der Studierenden aus der EU im Vereinigten Königreich um 60 Prozent. Auch die Fortsetzung der Zusammenarbeit bei der Schaffung geteilter Rahmensetzungen für KI und den Umgang mit Daten wird unwahrscheinlicher. In einer Rede im Sommer 2018 vor der Internationalen Föderation für Europarecht wies der Chefunterhändler der EU für die Brexit-Verhandlungen, Michel Barnier, jegliche Auffassungen zurück, die über eine sogenannte Angemessenheitsentscheidung (*adequacy decision*) über den Datenschutz im Vereinigten Königreich nach dessen Austritt hinausgehen. Eine Angemessenheitsentscheidung ist ein EU-Mechanismus, der die Übermittlung von personenbezogenen Daten der EU-Bürgerinnen und -Bürger in Drittstaaten (Status des Vereinigten Königreichs nach dem Brexit) erleichtert.

Empfehlung 6: UK-EU-Sonderzonen für Wissenschaft und Innovation errichten. Das Vereinigte Königreich ist Heimat einiger der wichtigsten KI-Forschungseinrichtungen, und der Zugang der EU zu diesen ist essentiell wichtig, um Künstliche Intelligenz in Europa voranzutreiben. Die EU bietet auf der anderen Seite Großbritannien aber auch Forschungspartnerschaften und einige der wichtigsten Forschungsförderprogramme (z. B. *Horizon 2020*), deren Verfügbarkeit einen lebenswichtigen Förderstrom für laufende Hochschul- und Forschungsprogramme im Vereinigten Königreich darstellen. Trotz der Haltung der EU in Handelsfragen und dem voraussichtlich harten Brexit Ende 2020 wurden die Verhandlungen zu den Themen Wissenschaft und Innovation zwischen den beiden Seiten nicht kontrovers geführt, was die Grundlage für eine Sonderzone für Wissenschaft und Innovation schafft, die eine Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen und Start-ups mit sehr geringen rechtlichen, institutionellen oder politischen Hürden für den Austausch von Ideen, Talenten und Investitionskapital ermöglichen könnte. Ein solche Zone sollte nicht nur die Verbindung zwischen Forschung und Entwicklung und Start-up-Hubs in Oxford, Cambridge und London auf der einen und Helsinki, Kopenhagen, Berlin, München, Hamburg, Paris usw. auf der anderen Seite stärken. Eine solche Sonderzone kann auch dazu beitragen, die Kommerzialisierung der Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung in Europa zu verbessern. Die Initiative für European Digital Innovation Hubs⁴³ und das *FinTech*-fokussierte Europäische Forum der Innovationsförderer⁴⁴ könnten als Grundbausteine zur Errichtung einer solchen Sonderzone dienen.

2.2 Entwicklung eines menschenzentrierten politischen Rahmens für KI in der EU

In Anbetracht von Befürchtungen, dass Europa den Anschluss im Bereich KI verlieren könnte, hat der Europäische Rat die EU-Kommission im Oktober 2017 damit beauftragt, ein eigenständiges Konzept für KI zu entwickeln. Aufbauend auf der von den EU-Mitgliedsstaaten, Norwegen und der Schweiz im Jahr 2018 unterzeichneten Erklärung

über die Zusammenarbeit im Bereich KI veröffentlichte die Europäische Kommission zunächst eine Mitteilung. In dieser fanden sich sowohl Überlegungen zur geopolitischen Bedeutung von KI für die Zukunft Europas sowie eine Analyse der nur durchschnittlichen Wettbewerbsposition Europas innerhalb des weltweiten Wettbewerbs um die Innovationsführerschaft im Bereich KI.⁴⁵ Im Anschluss hieran wurde ein Weißbuch für Künstliche Intelligenz erarbeitet. Dieses soll eine breite Diffusion von KI in alle Bereiche der Wirtschaft und Gesellschaft fördern, indem ein „Ökosystem für Exzellenz“ aufgebaut wird, das zugleich mit den europäischen Ethikstandards, rechtlichen Anforderungen und sozialen Werten in Einklang steht („Ökosystem des Vertrauens“). Deshalb, und im Kontrast zu den KI-Strategien der USA und Chinas, fokussiert sich die EU mit ihrem Ansatz einer „menschenzentrierten KI“ stärker auf einen Ansatz bei KI, welcher die Menschenrechte, das Wohl der Menschen und auch den gesellschaftlichen Nutzen betont. Dies impliziert auch eine Forderung nach mehr globaler und europäischer Zusammenarbeit hierzu, wobei diese Kooperation zugunsten einer menschenzentrierten KI alle Interessengruppen einschließen soll. Blickt man auf diesen Ansatz, muss man unterstreichen, dass das KI-Weißbuch ein klarer, strategischer Schritt in die Zukunft ist.⁴⁶ Nichtsdestotrotz sollten einige Aspekte bei dem Weißbuch aber auch angepasst und verbessert werden. Dies betrifft zum Beispiel die Definition des Weißbuchs von KI als „ein Bestand an Technologien, die Daten, Algorithmen und Rechenleistung kombinieren.“ Diese sollte weiter geschärft werden, um auch nicht-datenbasierte KI und umgebende sozio-technologische Systeme einzubeziehen. Ein weiterer Aspekt, der zumindest diskutiert werden sollte, ist eine weitere Differenzierung der Risikokategorien, wobei hier eine weitere Unterscheidung nicht dazu führen darf, dass die Verbreitung und Nutzung von KI, allen voran für KMU, unnötig erschwert wird. Gerade die hierbei diffizile Balance zwischen der Förderung von Chancen von KI einerseits und der Regulierung ihrer möglichen Gefahren andererseits zu erreichen, war auch einer der Gründe, warum die deutsche Regierung ihre Rückmeldung im Juni 2020 und damit lange nach Ablauf der offiziellen Frist eingereicht hat. Darüber hinaus ist anzumerken, dass die bisher vorgesehenen

Gelder zur Förderung von KI, *Supercomputing* und Cybersicherheit im Rahmen des Programms „Digitales Europa“ zu gering ausfallen. Bedenkt man, dass die in dem Programm von 2021 bis 2027 vorgesehenen 6,8 Mrd. EUR durch Kürzungen des EU-Forschungshaushalts gar noch weiter reduziert werden könnten, ist dieser Punkt umso mehr zu unterstreichen.

Um die hohe Bedeutung von Daten zu verdeutlichen, veröffentlichte die Europäische Kommission gemeinsam mit dem Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz außerdem die Europäische Datenstrategie, die die europäische Strategie für den digitalen Binnenmarkt ergänzt. Als Gegengewicht zum starken Schutz personenbezogener Daten in der EU zielt diese Strategie darauf ab, Hemmnisse für den Austausch nicht-personenbezogener Daten abzubauen. Dies soll sowohl durch die gezielte Weiterentwicklung des Binnenmarktes gepaart mit dem Aufbau „gemeinsamer europäischer Datenräume“ geschehen. Auch hier soll sichergestellt werden, dass einerseits die Innovationspotenziale von Daten genutzt, diese aber gleichzeitig auf eine verantwortungsvolle und sichere Art und Weise für die Nutzung zugänglich gemacht werden.

Obwohl die GDPR der EU sich erfolgreich als globaler Referenzpunkt für den Datenschutz etabliert hat, sind die Verbesserung der Rechtsdurchsetzung der GDPR sowie deren Beitrag zum Entstehen vertrauenswürdiger Innovationen weiterhin bedeutende Handlungsfelder in dem Bereich. Hierbei ist anzumerken, dass eine einheitliche Schutzwirkung der GDPR nicht ausreichend vertikalisiert ist, um dem Erprobungs- und Anwendungsdesign in bestimmten gesellschaftlichen oder wirtschaftlichen Bereichen Rechnung zu tragen. Daraus folgt, dass ihre Schutzwirkung noch nicht durch kommerziell skalierbare und den Datenschutz gewährleistende datenbasierte Geschäftsmodelle in den Markt übertragen wurde. Hier muss nachgebessert werden. Blickt man auf die tatsächliche Rechtsdurchsetzung zeigt sich ebenso ein durchmisches Bild. Zwar gingen im Jahr 2019 bei der Datenschutzaufsichtsbehörde von Irland – wo viele multinationale Technologieunternehmen ihren Hauptsitz in Europa haben – 7.215 Beschwerden ein. Dies

bedeutete einen Anstieg um 75 Prozent gegenüber 2018 (4.113) sowie eine enorme Steigerung gegenüber 2.642 Beschwerden im Jahr 2017, dem Jahr vor der Einführung der GDPR.⁴⁷ In allen 27 Mitgliedsstaaten der EU zusammen gingen etwa 300.000 Beschwerden ein.⁴⁸ Gleichzeitig ist anzumerken, dass die europäischen Datenschutzaufsichtsbehörden auf Basis der GDPR seit 2018 lediglich Strafen in Höhe von 150 Mio. EUR verhängt haben.

Für EU-Kommissarin Margrethe Vestager bedeutet dies, dass die GDPR für die dominierenden Technologieunternehmen und Online-Plattformen nicht wirklich Anreize zum Umdenken setzt. De facto stellen die zu geringen Strafen eine Höhe von Kosten dar, die in das Geschäftsmodell marktbeherrschender Online-Plattformen inkorporierbar ist, so dass diese den Umgang mit Nutzerdaten nicht substantiell anpassen müssen. Auch eine hierdurch entstehende regulatorische Förderung vertrauenswürdiger Geschäftsmodelle wird nicht geleistet.⁴⁹ Darüber hinaus hat die GDPR zwar die Rechte der Internetnutzer und -nutzerinnen auf dem Papier gestärkt, doch ihre Implementierung hat die Benutzerfreundlichkeit vieler digitaler Dienstleistungen reduziert und bietet so nur wenig praktische Hilfe oder Unterstützung, um die Rechtssprache zu verstehen und sich darin zurecht zu finden. Dies wird noch dadurch verstärkt, dass kaum geeignete technische Lösungen existieren, um den Schutz personenbezogener Daten für die Nutzerin und den Nutzer effektiv und einfach zu machen.⁵⁰

Zusätzlich hierzu hat die GDPR bei Unternehmen zu einem hohen Grad an Rechtsunsicherheit im Umgang mit Daten geführt, die besonders die wirtschaftlichen Aktivitäten von KMU und neuen Marktteilnehmern hemmt, jenen also, die den Wettbewerb in der digitalen Wirtschaft befördern sollen und können. In der Praxis führt dies dazu, dass viele junge Unternehmen und Start-ups sich zunehmend entscheiden, das Training ihrer KI-Systeme in andere Länder zu verlegen, können so die Befürchtungen rund um die GDPR umgegangen werden.⁵¹ Während große Technologiekonzerne über die notwendigen Ressourcen verfügen, die Einhaltung der Auflagen sicherzustellen, erschweren die mit der GDPR im

Zusammenhang stehenden Kosten also vor allem den Markteintritt kleinerer digitaler Innovatoren, so dass die GDPR noch dazu beiträgt, die Macht marktbeherrschender und/oder etablierter Unternehmen zu manifestieren, anstatt für gleiche Wettbewerbsbedingungen zu sorgen. Dies ist ein deutliches Warnzeichen, das zu einer Prüfung der GDPR und zu einer zügigen Weiterentwicklung eines einheitlichen, verständlichen Rechtsrahmens für die Verarbeitung, Übermittlung und Speicherung von Daten (sowohl personenbezogener oder auch nicht-personenbezogener Daten) veranlassen sollte – ein unverzichtbarer Schritt, wenn Europa sein eigenes Datenwirtschaftsmodell weiterentwickeln und auch jenseits seiner Grenzen seinen Ordnungsvorstellungen Geltung verschaffen will.

Um sich mit der Regulierung von Künstlicher Intelligenz auch jenseits des Datenschutzes auseinanderzusetzen, hat die EU eine hochrangige Expertengruppe für Künstliche Intelligenz (High-Level Expert Group on AI, HLEG AI) berufen. Diese hatte den Auftrag, basierend auf der Grundrechtecharta der EU ethische Leitlinien für Künstliche Intelligenz zu erarbeiten. Die Leitlinien definieren „vertrauenswürdige KI“-Anwendungen entlang dreier Achsen: Rechtmäßigkeit, Ethik und Robustheit. Um die praktische Anwendbarkeit des Konzepts zu verbessern, hat die Expertengruppe für Künstliche Intelligenz diese Komponenten in sechs Kernanforderungen übersetzt, die KI-Systeme erfüllen müssen, damit sie vertrauenswürdig sind:

1. den Vorrang menschlichen Handelns schützen und menschliche Aufsicht des Betriebs und ihrer Auswirkungen sicherstellen;
2. technisch und ökologisch robust und sicher in der Nutzung sein;
3. den Schutz personenbezogener Daten respektieren und auf verantwortungsvoller Governance basieren;
4. sicherstellen, dass die Systeme nicht diskriminieren und fair sind;
5. das gesellschaftliche und ökologische Wohlergehen schützen;
6. Transparenz und Rechenschaftspflicht gewährleisten.

Die Ergebnisse der Expertengruppe haben weltweite Aufmerksamkeit erregt. Das Ergebnis der öffentlichen Konsultation zu den von der Expertengruppe entwickelten Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI umfasste dabei nicht nur insgesamt 562 Seiten, es enthielt auch Rückmeldungen sowohl von in der EU ansässigen nationalen und internationalen Unternehmen und Organisationen wie auch aus deren Pendanten aus der gesamten Welt.⁵² Einmal mehr unterstrich damit die EU ihre Kraft Normsetzungsprozesse auch jenseits Ihrer Grenzen anzustoßen wie auch ihre Fähigkeit weltweit beachtete Maßstäbe für die Regulierung und Governance neuer Technologien zu setzen, in diesem Falle bei KI. Doch wie oben bereits angedeutet nimmt auch die Einsicht zu, dass die EU anstelle einer zu allgemeinen Regulierung von KI einen nach Risiken stärker differenzierten Ansatz verfolgen sollte, wobei hier sehr umstritten diskutiert wird, inwieweit dieser technologie-, anwendungs- oder branchenspezifisch sein kann und soll. Eine anwendungsspezifische Regulierung könnte zum Beispiel im Bereich der KI-Technologien zur Gesichtserkennung erfolgen. Hier gab es in der Vergangenheit immer wieder Überlegungen, dass die EU ein drei- bis fünfjähriges Moratorium für solche Anwendungen erlassen könnte. Diese haben sich aber aus verschiedenen Gründen bis heute nicht materialisiert.⁵³ Erste Fälle von branchenspezifischer KI-Regulierung basierend auf den Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI gibt es aber dennoch bereits. Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) hat im Oktober 2018 eine KI-Arbeitsgruppe eingerichtet, die kürzlich ihr Positionspapier mit dem Titel *Artificial Intelligence Roadmap: A human-centric approach to AI in aviation* veröffentlicht hat. Das Papier definiert eine Roadmap für autonomes Fliegen und untersucht die umfangreichen regulatorischen Änderungen, die zur Gewährleistung einer verantwortungsvollen und sicheren Nutzung von KI notwendig sind.⁵⁴

IM DETAIL: Die Bedeutung des Digital Service Act (DSA) und des Digital Market Act (DMA)



Das neue Gesetzespaket für digitale Dienstleistungen, der *Digital Service Act* (DSA), eine Überarbeitung der Richtlinie über den elektronischen Geschäftsverkehr, die seit dem Jahr 2000 Online-Dienstleistungen reguliert, ist bereits heute eine der ehrgeizigsten und kontrovers diskutiertesten, regulatorischen Initiativen der EU im Bereich der Digitalwirtschaft – und dies obwohl der DSA noch nicht einmal offiziell veröffentlicht wurde.

Zu den Kernzielen des DSA zählt laut dem letzten Stand der Autoren u. a. eine Aktualisierung der europäischen Haftungsregeln für Internetplattformen. Sie berührt damit also auch schwierige Fragen, wie den Umgang mit Falschinformationen und rechtswidrigen Inhalten. Ähnlich wie bei der GDPR wird erwartet, dass auch der DSA einen weltweiten Maßstab für die Regulierung von Internetplattformen setzen wird. Angesichts des Umfangs des DSA und dessen Auswirkungen ist allerdings davon auszugehen, dass der Rechtssetzungsprozess nach dem Vorschlag zur Ausgestaltung des DSA durch die EU-Kommission vom 9. Dezember 2020 noch einige Jahre andauern wird.

Eng mit dem DSA verknüpft sind außerdem Überlegungen bezüglich einer Reform des Wettbewerbs- und Kartellrechts, die in dem sog. Digital Market Act eingefasst sind; ein Thema, das auch im Kongress der Vereinigten Staaten immer häufiger auf der Tagesordnung steht. In ihrer derzeitigen Form konzentrieren sich kartellrechtliche Regulierungen auf Steigerungen der Verbraucherpreise, die kein treibender Faktor in der Digitalwirtschaft sind. Technologieplattformmodelle basieren auf einem Austausch von Benutzerdaten gegen „kostenlose Dienstleistungen“, anstatt Profite direkt von den Benutzern zu beziehen. In Kombination mit den durch riesige Nutzerbasen erzielten Netzwerkeffekten haben Plattformunternehmen, insbesondere im Bereich der sozialen Medien, damit begonnen, zusätzlich zur Marktmacht auch Informationen und Aufmerksamkeit zu monopolisieren und verstärken so die Zugangshemmnisse für neue Marktteilnehmer.

Im Zeitalter der Data Science werden Bedenken bezüglich der Diversität von Meinungen – lange das Feld der Medienaufsichten – zu einer Frage von wirtschaftlichem und politischem Einfluss. Dieser Wandel in Kombination mit veralteten Gesetzen hat Rufe nach einer Überarbeitung der kartellrechtlichen Regulierung laut werden lassen, insoweit diese auf neue Modelle in der Datenwirtschaft Anwendung finden. Trotz aller Notwendigkeit einer Überarbeitung des Wettbewerbs- und Kartellrechts sollte eine notwendige Stärkung des Wettbewerbs in der Digitalwirtschaft vermeiden, protektionistische Züge zu tragen.

Empfehlung 7: Indopazifische Partnerschaften für die Regulierung von KI und der Digitalwirtschaft insgesamt anstreben. Als normative Führungsmacht im digitalen Zeitalter kann die EU auf internationaler Ebene aber einen noch größeren Beitrag dazu leisten, die liberale Weltordnung im kognitiven Zeitalter zu bewahren. Da sich die US-Regierung weltweit immer stärker zurückzieht, muss die EU Partnerschaften zur Formulierung von KI-Standards anstreben (z. B. zu schwierigen

Themen wie etwa Technologien zur Gesichtserkennung), Kontrollmechanismen für digitale Infrastrukturen und Dateninfrastrukturen aufbauen und eine stärkere gemeinsame Nutzung von Ressourcen und vor allem Daten fördern. Solche Partnerschaften sollten zunächst mit Indien, Australien, Japan und Südkorea gesucht werden, stehen doch Chinas demokratische Nachbarstaaten im Machtspiel zwischen liberalen Staaten und China bei der Verteidigung freiheitlicher

Normen und Institutionen derzeit an vorderster Front. Langfristig sollten die Partnerschaften auch die drei Milliarden kommenden oder bereits aktiven Nutzer im globalen Süden einbeziehen, ganz besonders in Afrika, das nicht nur Europas Nachbar, sondern auch ein wachsender digitaler Markt ist. Während die osteuropäischen Länder bei der Entwicklung und Kommerzialisierung von KI eine untergeordnete Rolle gespielt haben, könnten sie bei dieser neuen Partnerschaft eine Brückenkopffunktion übernehmen, ganz besonders dann, wenn neue Partnerschaften den globalen Süden erreichen. Die Mitgliedsstaaten in Osteuropa bringen wichtige Erfahrung bei herausfordernden Entscheidungen mit – sei es in der Ausgestaltung sich wandelnder Wirtschaftsmodelle (kostengünstiger Produktionsstandort bleiben oder Wandel zu einer wissensbasierten Wirtschaft) oder in Fragen zur konkreten Neugestaltung des politischen Raums. Vor diesem Hintergrund können gerade osteuropäische EU-Mitgliedsstaaten auf EU-Seite solche Partnerschaften authentisch und basierend auf eigenen Erfahrungen moderieren. Dies wäre z. B. auch für aufstrebende Mächte wie Indien potenziell gewinnbringend.

Empfehlungen zu Partnerschaften
(R3), (R6), (R7), (R9), (R10), (R20)



Empfehlung 8: Nutzerzentrierten Datenschutz fördern und durchsetzen.

Trotz zunehmend anspruchsvoller Regulierungen für die Digitalwirtschaft und im Bereich des Datenschutzes, hat die Umsetzung dieser Regeln häufig eine mangelnde Benutzerfreundlichkeit und eine schwerfällige Durchsetzung zur Folge, wie die GDPR verdeutlicht. Anstatt den regulativen Rahmen immer weiter auszubauen, sollte in Zukunft noch stärker die Gestaltung von nutzerfreundlichen Standards in den Blick genommen werden wie auch die Schaffung effektiver Strukturen zur Rechtsdurchsetzung, so dass z. B. Verstöße gegen die GDPR und deren nationale Umsetzung (z. B. Deutschland: DSGVO) nicht mehr einfach so als laufende Kosten des Geschäftsmodells aufgefangen werden können. Weitere Maßnahmen für eine Verbesserung der Ausgestaltung des Datenschutzes könnten außerdem sein: Anreize für eine benutzerfreundlichere Rechtssprache oder Unterstützung technischer Lösungen, die die Verwaltung personenbezogener Daten in benutzer-

eigenen Datenschutz-Chartas zentralisieren. Derzeit müssen Benutzerinnen und Benutzer die Einstellungen zu Datenschutz und Datennutzung auf dutzenden Websites und für eine Vielzahl digitaler Dienstleistungen einzeln verwalten. Darüber hinaus sollte zur Rechtsdurchsetzung beim Schutz personenbezogener Daten angedacht werden, eine paneuropäische Aufsichtsbehörde anstelle von Einzelbehörden auf nationaler und sub-nationaler Ebene zu etablieren. Eine institutionelle Basis für eine solche gesamteuropäische Aufsichtsbehörde gibt es nicht nur bereits. Mit der G29-Arbeitsgruppe (Arbeitsgruppe der EU-Datenschutzbehörden) und dem Europäischen Datenschutzbeauftragten (EDSB), ist auch der weitere Weg zu einer Europäisierung der Rechtsdurchsetzung bereits geebnet. Dadurch würde nicht nur die Koordination und Durchsetzung verbessert, sondern auch die Stimme der EU in Fragen der digitalen Regulierung auf globaler Ebene gestärkt, wo bereits heute (Stand: November 2020) insgesamt 132 Länder weltweit über Datenschutzregulierungen verfügen.⁵⁵

Empfehlungen zu Governance
(R1), (R8), (R13), (R18)



2.3 Die EU und der globale KI-Wettbewerb

Bis sich Erfolge einer umfassenden KI-Politik der EU entfalten und die Mitgliedsstaaten in die Lage versetzt werden, selbstbestimmt KI-Fähigkeiten zu entwickeln, sollten sich die Länder Europas allerdings auch fragen, ob das Modell vom „dritten Weg“ ohne Brücken in die USA und China tragfähig ist, oder ob und wie trotz gewisser ordnungspolitischer Differenzen Kooperationen mit den USA und China gesucht werden können. Schutz und Regulierung können ohne Ausstrahlung in die Wirtschaft nicht überleben. So wird ein rein passiver Schutz nach außen nicht ausreichend wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Mehrwert generieren, um die Art von Wachstum zu befeuern, das die europäischen Wirtschaften brauchen, um im kognitiven Zeitalter weiter dynamisch zu bleiben. Trotz der erheblichen Unterschiede in ihren Ansätzen sollte Europa weiterhin eng mit den USA als Partner kooperieren. Aufgrund der zunehmenden Durchdringung aller Gesellschafts-

und Wirtschaftsbereiche mit KI wird die Zukunft auch von den Werten der Entwickler von Algorithmen und zunehmend intelligenten Maschinen mitbestimmt werden. Auch wenn die Meinungen der beiden Partner von Zeit zu Zeit teils gar deutlich auseinandergehen, sind der Respekt individueller Freiheiten, transparente Rechtsstaatlichkeit und wirtschaftliche Freiheit ein solides Fundament für die Zukunft der transatlantischen Beziehungen im digitalen Zeitalter. Dieses Fundament existiert weiterhin, auch wenn Präsident Trump sein Bestes getan hat, um das Fundament zu untergraben und gleichzeitig Präsident Xi und Präsident Putin noch immer alles tun, um die USA und Europa als Partner zu spalten.

In ihrer turbulenten Geschichte haben die Institutionen der USA bemerkenswerte Widerstandskraft bewiesen was eine transparente Rechtsstaatlichkeit, bürgerliche Freiheiten, persönliche Entscheidungsfreiheit sowie Repräsentation und Demokratie betrifft. Während die derzeitige US-Regierung nur Lippenbekenntnisse zu ethischen Grundsätzen für KI ablegt, treiben US-amerikanische Unternehmen, Branchenvertreterinnen, zivilgesellschaftliche Organisationen und Forschungsgemeinschaften den nationalen und internationalen Diskurs über KI und Ethik voran. Dies unterstreichen auch die wohlüberlegten und ausführlichen Rückmeldungen US-amerikanischer Akteure zur Konsultation über die EU-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI und das Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz belegen (s. oben). Das System transatlantischer Institutionen und Partnerschaften zwischen Hochschulen und Unternehmen bietet eine weitere Basis für vertrauensvolle Zusammenarbeit – etwas, das China nicht in dem Maße wird ersetzen können. Trotz der Spannungen und Herausforderungen der letzten Zeit hat die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen den USA und Europa seit 2003 stetig zugenommen. Zusätzlich gibt es bereits eine Fülle von Rahmenbedingungen, die Leitlinien für eine verantwortungsvolle Entwicklung und den verantwortungsvollen Einsatz von Technologie bieten, sei es dabei die GDPR oder auch der *Californian Consumer Protection Act* (CCPA) in dem die GDPR ihr kalifornisches Pendant findet. All diese Aspekte werden von der enormen transatlantischen Nutzer- und Nutzerinnenbasis

getragen, bei der das Gros der 727 Millionen Internetnutzerinnen und -nutzer besonders skeptisch gegenüber dem Missbrauch von Daten ist. Diese Nutzerbasis bietet zugleich einen Hebel für die eigenen Ordnungsvorstellungen auch gegenüber China, denn chinesische Internetunternehmen auf der Suche nach weltweiten Märkten können diese Sorgen und die damit verbundene Haltung nicht ignorieren, wenn sie ihre Angebote skalieren und damit die eigene Marktmacht auch im Westen ausbauen wollen.

Ungeachtet der aktuellen Rhetorik ist außerdem zu unterstreichen, dass die gemeinsamen Werte des transatlantischen Bündnisses bezogen auf freien Handel und Wirtschaftsbeziehungen den längsten Teil der Nachkriegsgeschichte überdauert haben. Das Handelsvolumen zwischen den USA und der EU war im Jahr 2018, zwei Jahre nach dem Aufstieg von Präsident Trump, noch immer höher (1,3 Bio. USD) als das Handelsvolumen zwischen den USA oder Europa mit China (etwa 737 Mrd. USD bzw. 670 Mrd. USD). Solch beachtliche Wirtschaftsbeziehungen werden von einem „KI-Upgrade“ nur profitieren. Dabei sollte nicht unterschätzt werden, dass die US-amerikanische Erfolgsformel „zwei Schritte vor, einer zurück“ sich zu verschieben beginnt und sich das *mindset* selbst im Silicon Valley immer mehr an europäische Bedenken mit Blick auf Fragen der Datensicherheit, des Datenschutzes aber auch des Wettbewerbs annähert. US-Unternehmen sind üblicherweise schnell darin, neue und häufig unausgereifte Produkte auf den Markt zu bringen, um dann Erkenntnisse zu sammeln und Probleme *on the fly* zu beheben. Diese Dynamik ist ein Grundprinzip der Innovation in den USA. Nach einer Reihe von Skandalen mit Beteiligung fast aller großen amerikanischen Technologieunternehmen veranlassen neue Regulierungen und eine zunehmend skeptische Nutzer- und Nutzerinnenbasis Digitalunternehmen aber immer mehr dazu, ihre Ansätze zu überdenken und dem Schutz personenbezogener Daten und Stakeholder-Governance mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Während China sich dank seines riesigen Verbrauchermarktes, anwendungsnaher Forschung und eines leistungsstarken Ökosystems für KI-Innovation im Feld der KI-Anwendungen Vorteile

verschaffen konnte, befinden sich die USA auch weiterhin in der besten Position, um die nächste Generation wissenschaftlicher Durchbrüche hervorzubringen. Die USA und die EU müssen deshalb ihre Zusammenarbeit fortsetzen, wenn sie die Demokratie in einem globalen System bewahren wollen, das zunehmend von weniger repräsentativen Systemen herausgefordert wird – ganz besonders, da neue Technologien demokratische Werte entweder unterstützen oder untergraben können.

Empfehlung 9: Ein „Sequential Bridging“ Model mit den USA errichten. Trotz politischer Differenzen ist es unerlässlich, dass beide Seiten des Atlantiks einer engeren Partnerschaft – unter Führung von Deutschland, der US-Bundesregierung und den Regierungen der US-Bundesstaaten (insbesondere Kaliforniens) – offen gegenüberstehen. Die Grundlage dafür bilden geteilte Werte ebenso wie das demokratische Erbe, das Vermächtnis der Aufklärung und die miteinander verwobene Geschichte. Vor diesem Hintergrund erscheint ein „Sequential Bridging Model“ (SBM)⁵⁶ vielversprechend, dass als ein im Kern transatlantisches Netzwerk der Netzwerke rund um die Erforschung und Kommerzialisierung von KI, andere westliche Länder wie Australien, Kanada, Südkorea oder Japan einzuschließen vermag – und dann als

mächtiges freiheitliches Netzwerk auch als Plattform für eine Zusammenarbeit mit China dienen könnte. Dieses SBM wäre offen für große und etablierte Technologieunternehmen, würde zugleich dazu dienen, die breite Palette von kleinen und mittleren zukunftsweisenden KI-basierten Plattformen zusammenzubringen, so dass auch lokale Unternehmen durch ergänzende Ressourcen im Bereich Verbraucherinnen- und Unternehmensdaten, IoT-Infrastruktur, Automatisierung und Fertigung unterstützt werden können. Ein solches Netzwerk könnte den Umgang mit kartellrechtlichen Fragen effektiver machen und eine Art Leitplanke für den Datenaustausch bilden (siehe Kapitel 3.1 „Umgestaltung der Datenwirtschaft“). US-amerikanische und europäische Hochschulen sollte dieses Modell als Grundpfeiler dienen, da sich beide Seiten hier auf eine Art und Weise ergänzen, die bedeutende Fortschritte und Vorteile für die USA und Europa versprechen. Beide Seiten dieser transatlantischen Partnerschaft suchen bereits nach Wegen, um diese akademischen Beziehungen weiter auszubauen, beispielsweise im Rahmen von laufenden Gesprächen unter dem Schirm des Multimilliarden-Dollar-Forschungsprogramms *EU Horizon 2020*.⁵⁷

Empfehlungen zu Partnerschaften (R3), (R6), (R7), (R9), (R10), (R20)



33 Minsky (2018): One former google exec says there's no hope for Europe's artificial intelligence sector. Sifted, in: <https://sifted.eu/articles/interview-google-kaifu-lee-ai-artificial-intelligence/> [letzter Abruf: 2.11.2020].

34 Besonders Frankreichs KI-Strategie und das Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz der EU sehen KI als geopolitisch relevantes Thema.

35 Als Prioritätssektor in acht Strategien genannt: Gesundheitswesen: Dänemark, Frankreich, Ungarn, Italien, Lettland, Litauen, Polen und Spanien.

36 In sieben Strategien jeweils als Prioritätssektor genannt: Transport: Dänemark, Frankreich, Italien, Lettland, Litauen, Polen und Portugal; Energie: Dänemark, Ungarn, Italien.

37 In fünf Strategien jeweils als Prioritätssektor genannt.

38 Als Prioritätssektor in vier Strategien genannt.

39 Bauer (2018): La défense va consacrer 100 millions par an à l'intelligence artificielle. LesEchos, in: <https://www.lesechos.fr/2018/03/la-defense-va-consacrer-100-millions-par-an-a-lintelligence-artificielle-969508> [letzter Abruf: 2.11.2020].

- 40 Brooks (2018): Technology and future war will test US civil-military relations. War on the rocks, in: <https://warontherocks.com/2018/11/technology-and-future-war-will-test-u-s-civil-military-relations/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- Kania (2019): Learning without fighting: new developments in PLA artificial intelligence war-gaming. Centre for a New American Security, in: <https://www.cnas.org/publications/commentary/learning-without-fighting-new-developments-in-pla-artificial-intelligence-war-gaming> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 41 EuroHPC (2020): EuroHPC: Leading the way in European Supercomputing, in: <https://eurohpc-ju.europa.eu/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 42 Europäische Kommission (2020): European Open Science Cloud (EOSC), in: <https://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-cloud> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 43 AI DIH network (2020): Projekt in: <https://ai-dih-network.eu/project.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 44 Groth und Straube (2020): Analysis of current global AI developments with a focus on Europe, in: <https://www.kas.de/de/veranstaltungsberichte/detail/-/content/deutschland-muss-sich-ranhalten-1> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 45 Die Mitteilung forderte einen „koordinierten Plan für die Entwicklung und Nutzung Künstlicher Intelligenz „Made in Europe““ und wurde von einem Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz mit dem Untertitel „ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen“, der „Europäischen Datenstrategie“ und einem Dokument zur Digitalstrategie mit dem Titel „Gestaltung der digitalen Zukunft Europas“ begleitet. Diese politischen Strategiepapiere sind eingebettet in eine von insgesamt sechs Prioritäten für 2019–2024 der Europäischen Kommission unter von der Leyen mit dem Namen „Ein Europa für das digitale Zeitalter“, die „Eine Wirtschaft im Dienste der Menschen“ fördern und die europäische Lebensweise schützen, den Weg für ein stärkeres Europa in der Welt bereiten und neuen Schwung für die Demokratie in Europa bringen sowie die Innovationskraft „innerhalb sicherer und ethischer Grenzen“ stärken sollen.
- 46 Cambrian hat das Weißbuch über das Ökosystem der UC Berkeley umfassend kommentiert.
- 47 An Coimisiún um Chosaint Sonrai (2020): Data protection commission publishes 2019 annual report, in: <https://www.dataprotection.ie/en/data-protection-commission-publishes-2019-annual-report> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 48 Manancourt und Scott (2020): Two years into new EU privacy regime, questions hang over enforcement, in: <https://www-politico-eu.cdn.ampproject.org/c/s/www.politico.eu/article/europe-data-protection-privacy-gdpr-anniversary/amp/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 49 Manancourt und Scott (2020): Two years into new EU privacy regime, questions hang over enforcement, in: <https://www-politico-eu.cdn.ampproject.org/c/s/www.politico.eu/article/europe-data-protection-privacy-gdpr-anniversary/amp/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 50 Europäische Kommission (2020): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Seite 10, in: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-european-strategy-data-19feb2020_en.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 51 Ein Beispiel dieser Befürchtungen betrifft das Trennungsgebot von personenbezogenen Daten. In vielen Fällen liegen personenbezogene Daten gemischt mit maschinellen und/oder industriellen Daten vor, was die Trennung der personenbezogenen Daten, die der DSGVO unterliegen, erschwert oder praktisch unmöglich macht.
- 52 Darunter das World Privacy Forum, die International Trademark Association, UNICEF, OpenAI (ansässig in den USA), das AI Now Institute, das Electronic Privacy Center, Intel, Visa und Johnson & Johnson, das japanische Kabinettsbüro und RikenAIP, die University of Otago in Neuseeland, die Privacy Commission for Personal Data in Hongkong, die Standards Association of Zimbabwe und der chinesische Technologiegigant Huawei. Quelle: Europäische Kommission (2020): Stakeholder consultation on guidelines' first draft, in: <https://ec.europa.eu/futurium/en/ethics-guidelines-trustworthy-ai/stakeholder-consultation-guidelines-first-draft> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 53 Chen (2020): The EU just released weakened guidelines for regulating artificial intelligence. MIT Technology Review, in: <https://www.technologyreview.com/2020/02/19/876455/european-union-artificial-intelligence-regulation-facial-recognition-privacy/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 54 European Union Aviation Safety Agency (2020): Artificial intelligence roadmap: A human-centric approach to AI in aviation, in: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/EASA-AI-Roadmap-v1.0.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 55 The UN Conference on Trade and Development (2020): Data protection and privacy legislation worldwide, in: https://unctad.org/en/Pages/DTL/STI_and ICTs/ICT4D-Legislation/eCom-Data-Protection-Laws.aspx [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 56 Ein ähnliches Modell wurde von den Autoren dieser Studie (Cambrian) und den Organisatoren der Transatlantic Sync Conference im November 2019 vorgeschlagen, der ersten KI-Konferenz zwischen dem Silicon Valley und Deutschland. Quelle: Transatlantic Sync (2020): Germany and Silicon Valley: Shaping a shared digital future, in: <https://www.transatlantic-sync.com/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 57 Europäische Kommission (2019): Horizon Europe. The next EU research & innovation investment programme (2021–2027), in: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/strategy_on_research_and_innovation/presentations/horizon_europe_en_investing_to_shape_our_future.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].



3. Voraussetzungen für KI-Führerschaft entwickeln

Jedes Land, das die Entwicklung, Anwendung und Nutzung von KI-Systemen verbessern will, muss die Verfügbarkeit von und den Zugriff auf Daten und Rechenleistung fördern und gleichzeitig regulatorische Maßnahmen ergreifen, um eine vertrauenswürdige Nutzung und Entwicklung von KI sicherzustellen, die sowohl von Wissenschaftlerinnen, Entwicklern, Unternehmen aber auch der Zivilgesellschaft erschaffen und geleistet wird. In diesem Kapitel werden wir einige zentrale Trends beleuchten, die die im Eingangssatz benannten Faktoren beeinflussen: Wachstum und Ausbau von Digitalwirtschaft, Daten, Rechenleistung und KI-Regulierung.

3.1 Ausbau der Digitalwirtschaft: der Wettstreit um die nächsten 3 Mrd. Internetnutzer

Trotz großer technologischer Fortschritte nutzen im April 2020 gerade einmal 59 Prozent der Weltbevölkerung aktiv das Internet. Daraus ergibt sich ein potenzieller Markt von 3,1 Milliarden Men-

schen, den Unternehmen der Digitalwirtschaft für sich noch erschließen können, wenn auch das verbliebene Drittel der Menschheit online geht.⁵⁸ Diese zukünftigen Internetnutzerinnen und -nutzer leben hauptsächlich im globalen Süden. Trotz der durchschnittlich niedrigeren Kaufkraft (basierend auf Kaufkraftparität) pro Kopf machen die schiere Größe und die Wachstumserwartungen diesen noch größtenteils unerschlossenen Markt strategisch sehr bedeutsam. Die Vereinten Nationen schätzen, dass mehr als die Hälfte des weltweiten Bevölkerungswachstums bis zum Jahr 2050 – das insgesamt 2,5 Mrd. Menschen umfassen wird – in Afrika stattfinden wird.⁵⁹ Es wird erwartet, dass Indien im Jahr 2026 China als bevölkerungsreichstes Land ablöst,⁶⁰ und Nigeria bis zum Jahr 2100 sogar den zweiten Platz hinter Indien einnehmen wird. Diese mittel- bis langfristige Entwicklung lässt diese beiden Länder zunehmend attraktiv für Akteure der Technologiebranche werden. Autor und Investor Kai Fu Lee formuliert es so: „Jedes Unternehmen, das die Führung in der KI übernehmen und das nächste Facebook oder Google werden will, braucht eine Strategie, um die

Märkte der Entwicklungsländer zu erschließen.⁶¹ Dieses Potenzial des globalen Südens hat zunehmendes Interesse und Investitionen von Organisationen, einschließlich Unternehmen, fast aller führenden KI-Nationen bewirkt. Die USA verfolgen dabei einen unternehmens-getriebenen Ansatz der von offizieller Seite unterstützt wird, um die nächsten drei Milliarden Nutzerinnen und Nutzer für sich zu gewinnen. Ein Beispiel solcher Projekte ist Starlink von SpaceX, das 60 neue Satelliten in Betrieb genommen hat, um die stetig wachsende Breitband-Megakonstellation auszubauen.⁶² Auch haben seit 2015 mehrere CEOs großer Technologieunternehmen wie Facebook und Twitter afrikanische Länder in dem Bestreben besucht, ihre globale Reichweite auszubauen und ihre Nutzerzahlen zu steigern.⁶³ Diese Aufmerksamkeit der Tech-Vorstände hat sich auch bereits in konkreten Investitionen manifestiert.⁶⁴ Google eröffnete 2019 in der ghanaischen Hauptstadt Accra sein erstes KI-Forschungslabor auf dem afrikanischen Kontinent und ergänzt damit seine KI-Forschungslabore in Tokio, Zürich, New York und Paris.⁶⁵

Im Gegensatz hierzu versucht China die Internetnutzer und -nutzerinnen von Morgen mit einer öffentlich-privaten Expansionsstrategie unter dem Namen Digitale Seidenstraße oder auch Belt and Road Initiative zu erreichen.⁶⁶ Seit dem Jahr 2013 hat Peking 173 Vereinbarungen mit 125 Ländern (darunter Italien, die Schweiz und Griechenland) und 29 multinationalen Verbänden geschlossen und treibt so kontinuierlich den Ausbau der gewaltigen Belt and Road Initiative (BRI) voran.⁶⁷ Chinas Infrastrukturprojekte haben in Form von Unterseekabeln, dem Rückgrat der globalen Internetkonnektivität (sie übertragen etwa 95 Prozent des weltweiten Internetverkehrs), bereits heute sogar Brasilien und Kamerun erreicht. Mit seinen Plänen für die Verbindung afrikanischer, asiatischer und süd-amerikanischer Länder über neue Kabel versucht China, die eigene Kontrolle über den Internetverkehr auszubauen und Partner an sich zu binden, um so die eigenen politischen Ordnungsvorstellungen zu etablieren. Im Jahr 2018 hat die staatliche China Construction Bank beispielsweise den Bau eines Seekabels durch Huawei finanziert, das Kenia über Pakistan mit China verbindet.⁶⁸ Im

selben Jahr unterzeichnete Tencent, bekannt für seine Universal-App WeChat, Partnerschaftsvereinbarungen mit Kenias größtem Zahlungsdienstleister Safaricom, um direkte Kanäle für Handel und Zahlungsdienste zwischen den beiden bisher nicht verbundenen Ländern zu öffnen. Ab diesem Zeitpunkt waren chinesische Unternehmen und Touristen nicht länger auf eine langsame, teure, Dollar-basierte Infrastruktur für Überweisungen angewiesen, und die in den USA basierten SWIFT-Transaktionen wurden praktisch durch in Yen denominierte Transaktionen über chinesische Seekabel ersetzt.

Innerhalb des globalen Südens hat Indien sein Potenzial inzwischen selbst erkannt und versucht sich als Innovationsstandort des globalen Südens mit eigenständigen Innovationen zu positionieren. Während Indien bereits Plattformen für eine Zusammenarbeit mit Afrika geschaffen (z. B. in Form des regionalen Ablegers der jährlichen CyFy-Konferenz) sowie eine KI-Partnerschaft mit den VAE aufgebaut hat, wurde mittlerweile in Mumbai auch eine Niederlassung der Fourth Industrial Revolution Centers des Weltwirtschaftsforums eröffnet. Trotz all dieser Fortschritte haben sich die internationalen Ambitionen des Landes aus mehreren Gründen noch nicht manifestiert. Einer der größten Exportschlager Indiens – Fachkräfte – ist gleichzeitig eine seiner größten Herausforderungen. Von den 22.000 Indierinnen und Indern, die rund um die Welt in KI-nahen Fachbereichen promoviert haben, kehrten nur 1,7 Prozent zurück in ihr Heimatland.⁶⁹ Zwar prognostiziert eine Studie, KI besitze das Potenzial, im Jahr 2035 knapp eine Billion USD zur indischen Wirtschaft beizutragen, doch das Land wird dieses enorme Wachstum nicht ohne eine Umgestaltung der Hochschulen und des Bildungswesens realisieren können, die dazu beiträgt, neue Wege zu finden, indische Fachkräfte im Land zu halten.⁷⁰ Doch wenn es darum geht, die bisher nicht erschlossenen Bevölkerungsteile innerhalb eines Landes zu erreichen, haben Unternehmen wie beispielsweise Reliance Jio, ein 2016 gegründetes indisches Telekommunikationsunternehmen, gezeigt, wie schnell Innovationen das enorme Potenzial in Ländern mobilisieren können, in denen die nächste Milliarde Nutzerinnen und Nutzer beheimatet ist. Reliance Jio ist es gelungen,

den indischen Telekommunikationsmarkt disruptiv zu verändern, wobei es dem Unternehmen gelang, innerhalb von zwei Jahren mehr als 200 Millionen Abonnentinnen und Abonnenten gewinnen. Nachdem Indien sich seiner enormen Potenziale und damit verbundenen einzigartigen Position im globalen Süden allmählich bewusst wird, hat das Land eine digitale Form von Importsubstitution erlassen und im Juli 2020 entschieden, die chinesischen Apps WeChat, QQ und TikTok (eine Internetplattform für kurze Videoclips und das weltweit wertvollste Start-up) im Land zu verbieten. Dieser Schritt könnte einen internationalen Trend auslösen, denn auch in den USA kommen bereits Diskussionen über ähnliche Maßnahmen auf.

Gleichzeitig bleibt Europa einer der wichtigsten Partner für viele afrikanische, lateinamerikanische und asiatische Regierungen und Exportmärkte. Im Zeitraum von 2014 bis 2020 flossen aus Europa allein in die afrikanische Wirtschaft Investitionen in Höhe von 31 Mrd. EUR.⁷¹ Aktuelle Initiativen der EU, beispielsweise für europäische digitale Innovationszentren (European Digital Innovation Hubs), haben nicht dieselbe Aufmerksamkeit erhalten wie andere Initiativen, und das obwohl sie Teil des geplanten Programms „Digitales Europa“⁷² der Europäischen Kommission sind, das Investitionen von insgesamt 9,2 Mrd. EUR vorsieht mit dem Ziel, das EU-Budget für den Zeitraum 2021 bis 2027 den Anforderungen zunehmender digitaler Herausforderungen anzugleichen. Europäische Telekommunikationsunternehmen wie beispielsweise Orange haben hohe Summen in Glasfaserkabel investiert und damit wesentlich dazu beigetragen, die traditionelle Hardware bereitzustellen, um die nächsten drei Milliarden Nutzerinnen und Nutzer mit dem Internet zu verbinden. Auch auf dem Gebiet der Digitaldiplomatie ist die EU tätig geworden und hat weltweit 13 Länder als Partner anerkannt, die ein angemessenes Niveau des Schutzes personenbezogener Daten bieten (Stand März 2020). Auch haben bereits mehrere Länder, darunter Deutschland und Dänemark, eigene Digitalbotschafter berufen.

Empfehlung 10: Abkommen über die digitale Wirtschaft mit Schlüsselpartnern im globalen Süden schließen. Im Rahmen ihrer Bestrebungen im Bereich Digitaldiplomatie sollte die EU sich

darum bemühen, Abkommen im Bereich digitale Wirtschaft mit Indien, Nigeria und anderen Ländern in Afrika und dem globalen Süden zu schließen. Solche Verträge könnten Regeln für den digitalen Handel und Kooperationen im Bereich Digitalwirtschaft zwischen zwei oder mehr Volkswirtschaften etablieren. Im Fall von Afrika könnten solche Abkommen eine Verbindung zur kürzlich geschaffenen Panafrikanischen Freihandelszone (African Continental Free Trade Area) schaffen. In Indien könnten Abkommen an laufende Kooperationsprogramme im Bereich KI im Rahmen der deutschen Entwicklungszusammenarbeit gekoppelt werden. Durch Abkommen über die digitale Wirtschaft mit Schlüsselpartnern im globalen Süden würde die EU die Möglichkeit erhalten, internationale Netzwerke zur Förderung der Interoperabilität von Technologien und Systemen in Europa und Afrika zu schaffen. Geteilte technologische Standards können nicht nur Innovationen in Afrika stärken, sondern auch europäische Unternehmen, insbesondere KMUs, im Bereich digitaler Handel und e-Commerce unterstützen.

*Empfehlungen zu Partnerschaften
(R3), (R6), (R7), (R9), (R10), (R20)*



3.2 Umgestaltung der Datenwirtschaft

Die Digitalwirtschaft ist ein wichtiger Treiber für das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP), allerdings nehmen Bedenken bezüglich der Auswirkungen von digitalen Technologien auf den Schutz der Privatsphäre und auf die Einkommensverteilung immer mehr zu. Studien zeigen dabei, dass die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger, ausreichend großer Datenpools in der heutigen Digitalwirtschaft Europas nicht optimal ist.⁷³ Eine wesentliche Ursache hierfür ist, dass gegenwärtig nur wenige große Online-Plattformen Zugriff auf solche Datenpools bzw. die notwendige *computingpower* besitzen, um diese Daten effektiv auszuwerten und zu nutzen. Schätzungen zufolge sind in Europa noch immer 99,5 Prozent der produzierten Daten in nicht zugänglichen Unternehmens-, Anwendungs- oder Branchensilos „eingeschlossen“.⁷⁴ Der fehlende Zugang zu Daten für nicht digitale Plattformen und kleinere Akteure, insbesondere aus dem Privatsektor und der Zivilgesellschaft, schränkt für viele Menschen die Möglichkeiten für eine Teilhabe an der digitalen Wertschöpfung ein.

Die großen digitalen Plattformen, die Daten sammeln und verwahren, haben die Tendenz, diese Daten übermäßig zu nutzen oder gar zu missbrauchen und etablieren sich auf diese Weise in oligopolistischen Marktstrukturen, die durch verstärkende Netzwerkeffekte befeuert werden. Der Erfolg von digitalen Plattformen erfordert typischerweise eine große Nutzerinnenbasis, um die Menge an Benutzerdaten zu generieren, die benötigt wird, um Dienstleistungen zu trainieren und zu entwickeln, die in einem sich selbst verstärkenden Kreislauf wiederum weitere Nutzerinnen und Nutzer anlocken. In den meisten Fällen haben nur bereits etablierte Plattformunternehmen Zugang zu entsprechend großen Nutzerinnen- und Nutzerzahlen, was ihnen beim Sammeln von Daten und Entwickeln attraktiver Dienstleistungen und Produkte gegenüber Wettbewerbern einen Vorteil verschafft. Das hindert neue Anbieter am Markteintritt und fördert gleichzeitig die Isolation von Daten auf eine Art, die zu eindimensionalen Anwendungsfällen und einer eingeschränkten Wertschöpfung führt.

Neben der suboptimalen Verteilung von Daten erleben wir auch ein Nachlassen des Vertrauens in die Digitalwirtschaft. Einer Studie des Pew Research Centers aus dem Jahr 2018 zufolge, glauben lediglich 31 Prozent der US-Amerikanerinnen und US-Amerikanern im Alter zwischen 19 und 28 Jahren, dass Technologieunternehmen genug tun, um die personenbezogenen Daten ihrer Nutzerinnen und Nutzer zu schützen. Einer Studie des Pew Research Centers aus dem Jahr 2014 zufolge stimmten 91 Prozent der US-Amerikaner der Aussage zu oder voll und ganz zu, dass die Menschen die Kontrolle über ihre personenbezogenen Daten verloren hätten und dass der Schutz personenbezogener Daten zu ihren vorrangigen Sorgen zählte. Etwa 45 Prozent der Internetnutzer und -nutzerinnen sorgen sich heute mehr um den Schutz der Privatsphäre im digitalen Raum als noch vor einem Jahr, und 37 Prozent der Internetnutzer und -nutzerinnen in den USA geben an, dass es ihre vorrangige Sorge in Bezug auf ihr digitales Leben sei, dass Unternehmen personenbezogene Daten sammeln und ohne Wissen der Nutzerinnen und Nutzer mit anderen Unternehmen teilen.⁷⁵

Die Zahlen in der EU fallen ähnlich aus und geben einer wachsenden Zahl von Experten und Organisationen Anlass zur Förderung eines neuen Datenwirtschaftsmodells. Tatsächlich versuchen mehrere nationale Daten- und KI-Strategien bereits Lösungen für diese Probleme anzubieten (siehe Kapitel 2.1). Doch auch im privaten Sektor entstehen neue Ansätze zum Schutz personenbezogener Daten und zur Entwicklung vertrauenswürdiger Datenaustauschmodelle. Ein besonders revolutionäres Modell beruht auf der Idee eines Datenmarktplatzes und zielt darauf ab, Benutzerdaten zur Handelsware zu machen und dabei dem individuellen Schutz personenbezogener Daten einen Wert zuzuschreiben und zu sichern. Ein vertrauenswürdiger und transparenter Marktplatz würde für die Erzeuger von Daten (d. h. gewöhnliche Internetnutzer und -nutzerinnen) eine neue Einnahmequelle erschließen und das Sammeln von Daten für Start-ups von einer beschwerlichen strategischen Herausforderung in einen reinen Kostenfaktor umwandeln. Endbenutzerinnen und -nutzer könnten über diese Marktplätze ihre Daten teilen oder handeln und im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Abwägung zwischen dem Schutz ihrer personenbezogenen Daten und wirtschaftlichen Vorteilen den Preis selbst bestimmen, zu dem sie bereit sind, unterschiedliche Arten von personenbezogenen Daten zu teilen.

Solche Kosten-Nutzen-Abwägungen sind für Unternehmen jedoch deutlich schwieriger, denn die meisten etablierten Unternehmen verbinden den Austausch von Daten mit Compliance-Risiken und dem Verlust von Wettbewerbsvorteilen. Die Bewältigung dieser Herausforderung und die Erleichterung der Datensammlung von Unternehmen, um KI-gestützte B2B-Lösungen zu trainieren, haben in Technologieunternehmen wie auch Regierungen gleichermaßen Diskussionen angefacht. So haben sich beispielsweise Microsoft, Adobe und das deutsche Unternehmen SAP zusammengeschlossen und die *Open Data-Initiative* ins Leben gerufen. Diese Unternehmensinitiative stellt Kundenunternehmen KI-gestützte Datenpools zur Verfügung, um Unternehmen den Zugriff auf umfassende, hochqualitative Datensätze sowie Mittel zu deren Auswertung zu ermöglichen.⁷⁶ Auch Amazon nutzt seine Position als größter Cloud-Anbieter der Welt und ermöglicht

neuerdings den Datenaustausch zwischen Organisationen und Einzelpersonen.⁷⁷ In jüngster Zeit haben Regierungen und Unternehmen in der EU ihre Kräfte gebündelt, um das Projekt GAIA-X ins Leben zu rufen.⁷⁸ Die europäische Cloud-Infrastruktur schafft einen neuen Goldstandard für die Branche, stärkt die europäische Datensouveränität und errichtet die Infrastruktur für einen gemeinsamen europäischen Datenmarkt, ohne dabei jedoch ausländische Cloud-Anbieter vorzuzuschließen.

Datenmarktplätze sind jedoch nicht der einzige Vorschlag, der gemacht wurde, um den Zugriff auf Daten zu verbessern und das Wachstum in der Digitalwirtschaft anzukurbeln. Tim Berners-Lee, Erfinder des World Wide Web, arbeitet an einer neuen Dateninfrastruktur mit dem Namen „Solid“. In seinem Modell hosten Plattformen die Daten nicht selbst, sondern dienen als reine Register, die Verbindungen zu individuell gespeicherten Verbraucher- und Verbraucherinnendaten herstellen, die damit im persönlichen Besitz der Eigentümer verbleiben. Ein zentraler Vorteil ist die Verhinderung eines *Vendor-Lock-ins*, wodurch die Verhandlungsmacht weg von der Plattform hin zum Nutzer und zur Nutzerin verlagert wird.⁷⁹ Doch nur weil der Nutzer und die Nutzerin als Datenproduzent die Macht über ihre eigenen Daten erhalten, bedeutet das nicht, dass sie diese auch nutzen werden. Endnutzer und -nutzerinnen könnten darauf verzichten, ihre Eigentumsrechte auszuüben, weil sie es für zu mühsam halten oder kein ausreichendes wirtschaftliches Potenzial sehen, dass den möglicherweise damit verbundenen Aufwand lohnt. Mit Mitteln der britischen Förderagentur UK Research and Innovation (UKRI) wurde ein ähnlicher Ansatz gefördert, jedoch sieht dieser die Beteiligung einer dritten Instanz vor. Die Anwendung mit dem Namen *Databox* bietet anstelle der von Berners-Lee vorgeschlagenen rein architektonischen Neugestaltung technische und legale Lösungen für den Datenaustausch. Die Nutzer von „*Databox*“ würden eine Art Datentreuhänder für Verbraucher und Verbraucherinnen verwenden, der Verbraucherinformationen in einer unabhängigen Plattform zusammenfasst. So wird eine sichere und bewusste Bereitstellung von Verbraucher- und Verbraucherinnen daten ermöglicht und

gleichzeitig die Macht zwischen Endbenutzern und Plattformen umverteilt.⁸⁰ Aktuell hosten Plattformen die Daten noch selbst und schließen die Nutzerinnen und Nutzer diesbezüglich aus. Marktplätze und Modelle wie „*Solid*“ und „*Databox*“ bringen das Datenhosting unter die Kontrolle des Nutzers/der Nutzerin oder eines unabhängigen Dritten, so dass Online-Plattformen auf die Kooperation angewiesen wären und Nutzerinnen sowie Nutzer einen stärkeren Einfluss auf die Nutzung Ihrer Daten hätten.

Empfehlung 11: Erprobung von Datenmarktplätzen fördern. Ein neues Datenwirtschaftsmodell ist für das weitere Wachstum der Digitalwirtschaft ebenso unerlässlich wie für die Menschen. In ihren nationalen KI-Strategien (siehe Kapitel 2.1) verfolgen die EU-Mitgliedsstaaten unterschiedliche Ideen, wie der Datenaustausch zwischen einzelnen Nutzerinnen und Nutzern sowie Unternehmen gefördert werden kann, wobei viele dieser Ideen auf einer europäischen Cloud-Infrastruktur GAIA-X und der *European Cloud-Initiative* aufbauen. Eine Beobachtung und Auswertung dieser Experimente wird der EU ermöglichen, die Idee der gemeinsamen Datenräume⁸¹ mit Marktmechanismen zu ergänzen, die Anreize für Unternehmen und Einzelpersonen schaffen, ihre Daten über Wege zu teilen, die den Schutz personenbezogener Daten und Vertrauen gewährleisten. Um ein weiteres Experimentieren mit Mechanismen für den Datenaustausch zu fördern, werden Experimentierräume, sog. *digital sandboxes* benötigt, die von Datenexperten der EU überwacht oder begleitet werden. Letztere können Unternehmen beraten und sicherstellen, dass datengestützte Innovationen im Einklang mit geltendem Recht sind und hierdurch die Rechtssicherheit stärken. Als Vorreiter in der Erprobung und Einführung eines neuen Datenwirtschaftsmodells, das durch innovative Mechanismen für den Datenaustausch eine optimalere Verteilung des Datenmehrwerts schafft, kann die EU ihre Rolle als Verfechterin einer freien und sozialen Marktwirtschaft festigen und ausgewogene Ansätze zum Umgang mit dominierenden Online-Plattformen (*gate keeper*) etablieren.

Empfehlungen zu Kommerzialisierung (R5), (R11), (R12), (R17), (R19)



3.3 Hardware-Innovationen und die Grenzen der Rechenleistung

Trotz ihrer strategischen Bedeutung bleiben Computing-Ressourcen bei Diskussionen über die Förderung von KI häufig nur ein Randthema. Eine Reihe sich gegenseitig verstärkender Trends wird jedoch sehr wahrscheinlich die heutige Computertechnologie verändern, wenn nicht gar ganz neu gestalten – darunter auch Cloud-Computing und fortschrittliches Chip-Design. Vorangetrieben durch die kontinuierliche Weiterentwicklung in der Halbleiterindustrie erleben wir einen zunehmenden Paradigmenwechsel weg von der Verarbeitung von Daten und Algorithmen in der Cloud hin zur direkten Verarbeitung am „Ende von Netzwerken“ also sprich auf Endgeräten oder etwa direkt in Fabriken – ein Phänomen, das als *Edge-Computing* bezeichnet wird.⁸² *Edge-Computing* lässt sich in einer größer werdenden Bandbreite von Anwendungen nutzen, weil die Chiphersteller immer mehr Leistung in immer kleineren Chips bereitstellen und damit auch immer mehr Leistung in den gängigen Industrie- oder Verbrauchergeräten steckt. *Edge-Computing* kommt vor allem im industriellen Bereich (z. B. Transport und Logistik) zum Einsatz sowie in Smart-Home-,

Gesundheits- und Smart-City-Anwendungen (z. B. Verkehrsführung oder öffentliche Sicherheit).⁸³ In Anbetracht der Überschneidungen mit vielen bestehenden industriellen und wirtschaftlichen Stärken hat die EU *Edge-Computing* zu einer Säule in ihrer KI-Strategie erklärt, da diese eine bessere Sammlung und Nutzung von Geschäfts- und Industriedaten ermöglichen soll.⁸⁴ Der *Edge-Computing*-Markt ist trotz eines Volumens von 3,5 Mrd. USD im Jahr 2019 noch immer in einem relativ frühen Stadium der Marktentwicklung. Für den Zeitraum 2020 bis 2027 wird dem *Edge-Computing*-Markt ein durchschnittliches jährliches Wachstum von 37 Prozent prognostiziert.⁸⁵

Doch so vielversprechend *Edge-Computing* auch ist, es verbinden sich damit auch Risiken, nicht zuletzt für den Schutz personenbezogener Daten und Sicherheit. Jedes Endgerät im Netzwerk (d. h. Computer, Smartphone, Drucker, WLAN-Router, aber auch die smarte Zahnbürste) kann potenziell gehackt werden. Entsprechende Befürchtungen haben daher auch Investitionen in neue Ansätze gefördert, um *Edge-Computing* sicherer zu machen und einen neuen Cybersicherheitsmarkt ins Leben gerufen.

ÜBERBLICK: KI in der Cybersicherheit – ein zweischneidiges Schwert



Je mehr KI direkt eingesetzt wird und aktiv empfiehlt oder Entscheidungen trifft, desto mehr wird sie zum Ziel von Cyberattacken werden, was eine verlässliche Sicherheit unerlässlich werden lässt. Attacken können unterschiedliche Formen annehmen, z. B. die direkte Manipulationen der *KI-Engines* selbst oder die Eingabe von irreführenden Daten, um bösartige Muster zu generieren. Cyberkriminelle Aktivitäten haben in den vergangenen fünf Jahren um 67 Prozent zugenommen. Dabei beliefen sich laut Accenture die durchschnittlichen Kosten pro überwachtem Unternehmen im Jahr 2018 auf 13 Mio. USD, eine Steigerung um 12 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Während KI ein Werkzeug für Cyberverbrechen ist (z. B. Bots oder *Deepfakes*), bietet Künstliche Intelligenz gleichzeitig enorme Potenziale für eine verbesserte Abwehr und Bekämpfung von Cyberkriminalität. Zusätzlich können durch den Einsatz von KI Einsparungen in Höhe von 11 Mrd. USD entstehen, ein Wert, der nur durch den Einsatz von *Security Intelligence* und den Austausch von Bedrohungsdaten übertroffen wird. Trotz dieser Potenziale ist KI bisher die am wenigsten eingesetzte Sicherheitstechnologie im Cyber-Bereich: nur 38 Prozent der Unternehmen nutzen sie. Damit rangiert sie nur vor der richtlinienbasierten Automatisierung und Datenanalyse, also zwei Technologien, die die Basis für KI bilden.

Anstatt das Kopf-an-Kopf-Rennen zwischen kriminellen *Black-Hat*- und sicherheitslücken aufdeckenden *White-Hat-Hackern* weiter fortzuführen, das immer dann zutage tritt, wenn hochbrisante Datenlecks auftreten, tritt das Prinzip *Security by Design* stärker in den Fokus. Besonders beachtenswert sind Fortschritte in den Bereichen Blockchain und föderales Lernen. Die Blockchain-Infrastruktur kann Forschung und Entwicklung von KI-Modellen beschleunigen. Einerseits kann, wenn zu jedem einzelnen Beitrag zu einem Forschungsprojekt ein Beleg der Vertrauenswürdigkeit online gespeichert wird, die gemeinsame Nutzung, die Anwendung und die Kommerzialisierung von KI-Modellen nachhaltig gesteigert und verbessert werden. Andererseits ermöglicht föderales Lernen die Anwendung von KI auf kleinere Datensätze, ohne dass diese vorher zusammengeführt werden müssen, indem es eine Möglichkeit bereitstellt, ein KI-Modell auf dezentrale, sensible und geschützte Daten anzuwenden. Außerdem ermöglicht es die jeweils lokale Verarbeitung von insgesamt riesigen Datenmengen, wodurch die Notwendigkeit für ein zentrales, leistungsstarkes Rechenzentrum entfällt und gleichzeitig *Security by Design* gewährleistet wird. Im internationalen Vergleich rangiert Europa in Bezug auf die Maßnahmen zur Cybersicherheit ganz oben, was auf ein hohes regulatives Bewusstsein sowie entsprechende Rahmen und Richtlinien zurückzuführen ist. Doch im Ländervergleich erreichen die Spitzenreiter der EU, Deutschland und Estland, zusammen nur den fünften Platz hinter den USA, Kanada, Australien und Malaysia. Und während IT-Sicherheit Made in Germany sicherlich gerechtfertigter Weise für Qualität steht, hinken wirksame Maßnahmen noch immer hinterher, insbesondere im öffentlichen Sektor, was nicht zuletzt der Hackerangriff auf Politiker im Dezember 2018 verdeutlicht hat.

Auch wenn das Rennen um Marktanteile an der Chip-Industrie von den USA und asiatischen Machtzentren dominiert wird (siehe Kapitel 1.3), lohnt sich der Blick auf die nächste Generation in der Computerchipentwicklung. Zwei rivalisierende Technologien, die nicht auf dem gleichen Chip-Design beruhen, sind auf dem Vormarsch: Neuro-morphes Computing (NC bzw. gepulste neuronale Netze) und Quantencomputing (QC).⁸⁶ Neuro-morphes Computing versucht die Aktivität des menschlichen Gehirns zu simulieren und könnte einen lang erwarteten technologischen Fortschritt hin zu einer effizienteren und „menschlicheren“ Berechnungsmethode liefern.⁸⁷ Doch auch wenn sie theoretisch helfen könnte, die Lücke zwischen den kognitiven Prozessen von Mensch und Maschine zu schließen, steht die Technologie noch ganz am Anfang und ist bisher hauptsächlich in privaten und universitären Forschungslaboren in den USA zuhause. Watson von IBM hat in diesem Bereich Pionierarbeit geleistet, eng gefolgt von Intel, dessen sog. NC-Chip dazu entwickelt wurde, Gerüche zu erkennen. Doch auch in Europa finden sich mit dem Human Brain Project (HBP), einer Kollaboration von Universitäten und privater

Forschung, vielversprechende Wettbewerber. Ziel dieses neuen Ansatzes, der die Fachbereiche Biologie und Informatik vereint, ist das Überwinden der letzten verbleibenden digitalen Grenze. Manche Expertinnen und Experten glauben, dass hierin der Schlüssel zur Schaffung einer starken Künstlichen Intelligenz (engl.: *Artificial General Intelligence, AGI*) liegt.⁸⁸

In nächster Zeit sind Durchbrüche, jedoch eher aus dem Feld des Quantencomputing zu erwarten. Auch wenn sich Quantencomputing derzeit noch jenseits der Planungshorizonte der meisten Unternehmen befindet, könnte die Technologie einen strategischen Einfluss auf zentrale Geschäftsbereiche oder Unternehmen haben. Das Weiße Haus hat die strategische Bedeutung von Quantencomputing erkannt und Quanteninformatik bereits 2018 als „nächste technologische Revolution“ bezeichnet.⁸⁹ Die Führerschaft der USA in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Quantencomputing und strategisches Computing stehen auf der Prioritätenliste der USA für 2020 im Bereich Forschung und Entwicklung an zweiter Stelle, nur übertroffen von der „Sicherheit der

amerikanischen Bevölkerung⁹⁰. Im Jahr 2020 hat die US-Administration mehrfach die Mittel erhöht und bekräftigt damit seine Unterstützung für Forschung und Entwicklung nicht militärisch eingesetzter KI und Quantencomputing-Informationssysteme. Mittel in Höhe von knapp einer halben Milliarde US-Dollar wurden bereits bewilligt, und in 2021 soll das Budget sogar auf 1,5 Mrd. USD für Künstliche Intelligenz und weitere 699 Mio. USD zur Entwicklung eines eigenen Quantencomputing-Netzwerks steigen.^{91,92} Während es China generell schwer fällt, sich in der Grundlagenforschung zu etablieren, konnte das Land im Bereich Quantencomputing einige wichtige Meilensteine erreichen. Dazu zählen der erfolgreiche Start des ersten Quantensatelliten im Jahr 2016 (ein Satellit, der Quantenverschränkung nutzt, um über die Entfernung von 12.000 km zur Erde extrem sicher zu kommunizieren)⁹³ und die Errichtung eines Quantennetzwerks zwischen Peking, Shanghai und dem Satelliten (ein ähnliches Kommunikationsnetzwerk diente als Machbarkeitsnachweis für ein „quantenbasiertes Internet“).⁹⁴ Ein Schlüssel zur Vormachtstellung im Bereich Quantentechnologie – von der Führung in China als nationales Ziel ausgerufen⁹⁵ – könnte die angebliche Investition von 10 Mrd. USD in die Errichtung des National Laboratory for Quantum Information Sciences in Hefei sein.⁹⁶

Auch die EU hat die strategische Bedeutung von Quantencomputern und Quantencomputing erkannt. Bereits 2016 wurde ein „*Quantum Manifesto*“ veröffentlicht⁹⁷, das als Wegbereiter für die *Quantum Flagship Initiative* der EU diente, die im Januar 2020 von der Europäischen Kommission angekündigt wurde.⁹⁸ Ziel der Initiative mit einem Gesamtbudget von 1 Mrd. EUR ist die Förderung des Aufbaus eines Quanten-Ökosystems in Europa in den nächsten zehn Jahren. Auch wenn die Mittel deutlich niedriger ausfallen als in den USA und China, könnten die europäischen Bemühungen dennoch erfolgreich sein, da sie auf einer engen Kooperation zwischen verschiedenen Wissenschaftsfeldern und internationalen Forschungsgruppen aufsetzen. Sollen diese Bemühungen erfolgreich sein, ist jene kohärente Umsetzung unerlässlich, mit der die EU in der Vergangenheit so ihre Schwierigkeiten hatte.⁹⁹

Empfehlung 12: Hardware-Erfolge herbeiführen, um die KI-Infrastruktur der Zukunft selbst herzustellen, anstatt sie zu kaufen. Das Rennen um die Spitzenposition in der breiten Anwendung von KI in den kommenden zwanzig Jahren wird gerade auch im *Feld Edge-Computing* mitentschieden. Bisher hat Europa den Großteil dieses Marktes allerdings nicht-europäischen Spielern überlassen. Im Gegensatz zur rein auf die Wissenschaft ausgerichteten Pionierarbeit durch ECSEL (*Electronic Components and Systems for European Leadership*) und EPI (*European Processor Initiative*), sollte die EU nicht nur danach streben, an den bestmöglichen Geräten zu forschen, sondern auch danach, diese mit bestmöglicher Marktfähigkeit in der Region herzustellen – vielleicht durch ein CERN-ähnliches Hub für Computerdesign und -entwicklung als Teil einer erneuerten transatlantischen Partnerschaft (s. Kapitel 2.3). Durch einen Fokus auf eine einfache Nutzbarkeit (*Usability*) und erstklassige *Edge*-Geräte kann die EU die entscheidende Hardwareinfrastruktur beispielsweise für die Automobilherstellung sicherstellen und grundlegende Infrastruktur für die Vernetzung industrieller Prozesse durch eigene Hersteller aufbauen. Eine eigenständige europäische Infrastruktur kann wiederum dazu beitragen, die Entwicklung weiterer digitaler Innovationen zu ermöglichen und zu befördern, darunter auch Quantencomputing, Neuromorphes Computing und *Brain-Computer-Interface*-Systeme. Die Entwicklung von neuen digital vernetzten Fertigungsplattformen wird erhebliche Kosten im Bereich Forschung und Entwicklung mit sich bringen und es ist wahrscheinlich, dass die Vorteile dem privaten Sektor vorbehalten sein werden, wenn sie allein durch private Geldgeber finanziert und in den Markt eingeführt werden. Staatliche Aufsicht, oder zumindest Regulierung, dieser neuen technologisch überlegenen Infrastrukturen sollte das Fundament für jegliche Entwicklung bilden.

Empfehlungen zu Kommerzialisierung (R5), (R11), (R12), (R17), (R19)



3.4 KI-Governance: jenseits von ethischen Grundsätzen für KI und Compliance

Angesichts stetig wachsender KI-Fähigkeiten hat sich in Politik und Wissenschaft schnell ein Konsens entwickelt, dass Governance und Regulierung von Künstlicher Intelligenz von hoher Bedeutung ist. Seit 2014 haben private Unternehmen, Forschungseinrichtungen und staatliche Organisationen mehr als 84 Grundsätze und Leitlinien für eine ethische KI veröffentlicht.¹⁰⁰ Dabei finden sich die meisten staatlichen Initiativen in Europa und Kanada und die meisten von der Zivilgesellschaft und Branchen vorangetriebenen Initiativen in Nordamerika. Die im Mai 2019 von der OECD veröffentlichten Grundsätze für Künstliche Intelligenz gehören dabei zu den aktuellsten und am weitesten verbreiteten Leitlinien. Aktuell haben bereits 42 Nationen diese Richtlinien angenommen.¹⁰¹

Ethische Grundsätze dienen als wichtige Leitsterne für die KI-Regulierung und haben die Entstehung eines Konsens zu einer Reihe von zentralen Themen ermöglicht, darunter der Schutz personenbezogener Daten, Rechenschaftspflicht, Sicherheit, Transparenz und Erklärbarkeit, Fairness und Gleichbehandlung, menschliche Kontrolle der Technologie, fachliche Verantwortung und Förderung menschenzentrierter Werte.¹⁰² Untersuchungen zeigen jedoch, dass die Vielzahl der Leitlinien bisher nur eine beschränkte Wirkung auf die tatsächliche Entwicklung von KI und das Design von KI-Algorithmen hat.¹⁰³ Das bestärkt die zunehmende Erkenntnis, dass ethische Grundsätze für KI nicht ausreichen, um einen Paradigmenwechsel in der Entwicklung von KI-Produkten herbeizuführen. Deshalb hat die weltweite Debatte um ethische Grundsätze für KI jetzt eine Stufe erreicht, auf der Unternehmen und Regierungen ethische Grundsätze für KI in anwendbare Regulationsstrukturen und -systeme übersetzen müssen und dabei nicht länger danach fragen dürfen, wie KI-Governance aussehen soll, sondern wie sie umgesetzt werden kann.¹⁰⁴

Das Weltwirtschaftsforum verfolgt diesen Ansatz auf der Regulierungsseite durch die Förderung des Konzepts *agile governance*¹⁰⁵, das darauf

abzielt, bestehende Entwicklungsprozesse für die technologische Regulierung durch die Integration eines *Design Thinking*-Ansatzes neu zu gestalten und dabei das ganze Spektrum der politischen Instrumente einzusetzen: Gesetze, Investitionsanreize, Standards und Zertifizierungen sowie *regulatory sandboxes*. *Agile governance* folgt einem Muster aus Forschung, Ideenbildung, Testung, Prototypentwicklung und anderen Zyklen in kleinen Testumgebungen, bevor erfolgreiche Anwendungen skaliert werden. Auf der Ebene der Implementierung innerhalb von Organisationen nimmt das Verständnis zu, dass KI-Governance sich mit vier Dynamiken befassen muss:

1. Data Sourcing und Datenbereinigung;
2. maschinelle Lernmodelle;
3. gesellschaftliche Auswirkungen; und
4. unternehmerische Aufsicht (siehe Kasten unten).

Das Bewusstsein, das verantwortungswürdige Innovationen ein zentrales Differenzierungsmerkmal und potenzieller Wettbewerbsvorteil sind und nicht nur ein Compliance-Problem, hat mehr Unternehmen dazu veranlasst, KI-Governance eine größere Aufmerksamkeit zu schenken. Unternehmen wie Microsoft und Apple haben sich klar für verantwortungsvolle, faire und sichere Datentechnologien ausgesprochen. Das steht in einem deutlichen Kontrast zum häufig kritisierten Umgang mit dem Schutz personenbezogener Daten und der Verwendung von Daten durch Google und Facebook (z. B. der Skandal um Cambridge Analytica). Apple hat die grundlegende Architektur seines Sprachassistenten Siri 2019 geändert und nutzt jetzt eine Technik, die als föderales Lernen bezeichnet wird. Dadurch geschieht die tatsächliche Inferenz des maschinellen Lernens direkt auf dem Smartphone und nicht mehr in der Cloud und verfolgt somit das Konzept der *Security by Design*. Einfach ausgedrückt können Daten, die niemals in die Cloud gelangen, sondern bei ihrem Eigentümer verbleiben, nicht von anderen angeeignet oder gestohlen werden durch Hacks, die üblicherweise auf große Ansammlungen zentral gespeicherter Daten abzielen. *Privacy by Design*-Produkte bedienen eine wachsende Nachfrage weltweit als Reaktion auf wiederholte Skandale um Datenlecks und Datenmissbrauch. Die Deutsche Telekom hat

2019 ihren datensicheren, intelligenten Sprachassistenten Hallo Magenta vorgestellt. Das hohe Ansehen der EU für ihren Fokus auf den Schutz personenbezogener Daten trug sicherlich dazu bei, dass die Nachfrage nach Hallo Magenta bereits kurz nach der Produkteinführung das Angebot überstieg. Es ist nicht leicht, bestimmte

Markttrends für Produkte mit Datenschutz als Kernelement in Zahlen auszudrücken, doch die Einführung von CCPA, DSGVO und HIPAA¹⁰⁶ haben Prognosen für den Datenschutzmarkt veranlasst, die einen Anstieg von 57 Mrd. USD in 2017 auf 198,6 Mrd. USD in 2026 prognostizieren.¹⁰⁷

IM DETAIL: Regulierung der Wertschöpfung von KI-gestützten Produkten und Dienstleistungen



Data Sourcing und Datenbereinigung: Maschinelle Lernalgorithmen können sich sehr gut dazu eignen, Schlussfolgerungen über Beziehungen zwischen Variablen in einem Datensatz zu ziehen und ermöglichen so die Vorhersage, Beschreibung oder Optimierung einer Zielvariablen. Solche Vorhersagen beruhen jedoch von Natur aus auf Beziehungen innerhalb des Datensatzes. Enthalten die ausgewerteten Daten systematische Verzerrungen oder Ungleichheiten, werden diese vom maschinellen Lernalgorithmus einbezogen und möglicherweise noch verstärkt. So entwickelt ein Unternehmen auf der Suche nach Top-Managerinnen und Managern vielleicht ein maschinelles Lernmodell, das die Qualitäten der besten Führungskräfte des Unternehmens vorhersagen soll. Das Modell könnte dem Unternehmen daraufhin empfehlen, nur weiße Männer aus vorteilhaften wirtschaftlichen Verhältnissen einzustellen, weil diese Merkmale sich als eines der deutlichsten Muster aus den historischen Daten ergeben.

Maschinelle Lernmodelle: Auch bei Datensätzen mit nur geringen Verzerrungen können KI-Systeme selbst diskriminierende Vorhersagen oder Empfehlungen herbeiführen. Deshalb ist es wichtig, dass KI-Regulierungsprozesse auch maschinelle Lernmodelle überprüfen. Maschinelles Lernen nutzt statistische Modelle, um in Daten (Input) Muster zu erkennen, Ereignisse vorherzusagen oder Aktionen vorzuschlagen (Output). Solche Modelle basieren üblicherweise auf der Erstellung und Auswahl von Merkmalen, die auf dem Verständnis und der Formulierung des Problems durch den Entwickler beruhen. Der ungleiche Zugang zu digitalen Kompetenzen hat dazu geführt, dass eine nur kleine und damit nicht inklusive und besonders diverse Gruppe die Spitze weltweiter KI-Entwickler bildet. Diese fehlende Diversität birgt das Risiko, dass im Zuge von KI-Entwicklungen unintendierte Verzerrungen Eingang finden bzw. in Datensätzen existierende Verzerrungen weiter verstärken.

Gesellschaftliche Auswirkungen: Ein KI-System, das auf technischer Ebene gut und relativ verzerrungsfrei funktioniert, kann trotzdem unbeabsichtigte Auswirkungen herbeiführen, wenn die Entwickler die Nebeneffekte des Systems auf zweiter und dritter Ebene nicht verstehen. Die Folgen verdeutlichen regelmäßig Schlagzeilen über ethisch und moralisch fragwürdiges Vorgehen von Technologieunternehmen. Prominente Fälle von Betrug und ethischen Verstößen haben in der Technologiebranche eine andere Qualität, da KI-Prozesse bis zu einem Punkt in einer Blackbox stattfinden, so dass einzelne Akteure die Performance eines Algorithmus nicht länger auf allen möglichen Ebenen und in allen möglichen Szenarios erfassen kann. Ein beachtenswertes Beispiel hierfür ist der Skandal um ungerechtfertigte Rückforderungen von Sozialleistungen durch Centrelink. Ein automatisches System zur Überprüfung der staatlichen Sozialleistungen in Australien hat die

manuelle Rechtmäßigkeitsprüfung der Bezüge ersetzt und zwang viele benachteiligte Australier dazu, in einem oft schwierigen Prozess, die Rechtmäßigkeit ihres Anspruchs auf dringend benötigte Sozialleistungen nachzuweisen. Der durch Centrelink verursachte politische Schaden zeigt sich bis heute und verdeutlicht, wie wichtig es ist, dass Organisationen – ob öffentlich oder privat – die weitreichenden Auswirkungen der von ihnen entwickelten und eingesetzten KI-Systeme berücksichtigen. Um die Gesundheit von Wirtschaft und Gesellschaft zu gewährleisten, sollten KI-Governance-Anforderungen daher auch eine Prüfung der gesellschaftlichen Auswirkungen des eingesetzten KI-Systems umfassen – beispielsweise unter Verwendung der Prinzipien des Systemmappings –, um unintendierte Nebenfolgen auf zweiter oder dritter Ebene vorherzusehen.

Unternehmerische Aufsicht: Um die Etablierung und Operationalisierung der oben genannten Schutzmaßnahmen zu gewährleisten, bedarf es Aufsichtsverfahren und -strukturen auf der Ebene der Unternehmen. Als neues Technologie- und Innovationsfeld, das eine strenge Regulierung erfordert, bietet KI eine Gelegenheit, bestehende Governance-Strukturen auf Unternehmensebene insgesamt zu überdenken. Zusätzlich zur Ausarbeitung von Richtlinien, der Schulung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, der Ausschreibung von neuen Stellen z. B. für Ethikbeauftragte und externe Aufsichtsbehörden, verfolgt ein neuer Ansatz die Integration von *Nudging* (dt. etwa „Anstoßen“) in das Governance-Design. Das Konzept geht auf Erkenntnisse aus der Verhaltensökonomie zurück, die gezeigt haben, dass Regeln und Schulungsprogramme häufig nicht die gewünschten Veränderungen herbeiführen, weil Menschen keine rationalen Wesen sind und ihr Verhalten nicht aufgrund von neuen Regeln oder Wissen anpassen. Ein „Anstoß“ in die richtige Richtung zeigt hier häufig bessere Wirkung.

Empfehlung 13: Deep Tech-Standards und -Maßstäbe für die Operationalisierung von ethischen Grundsätzen für KI definieren und verantwortungsvolle Technologie durch einen „KI-TÜV“ für ethische Zertifizierung fördern.

Bedenkt man den sogenannten Brüssel-Effekt¹⁰⁸ und die Kompetenz der EU in der Gestaltung internationaler Standardisierungssysteme, dann ist die Region bestens aufgestellt, um die Technologiestandards für die nächste Generation der Digitalwirtschaft zu gestalten. Die EU hat sich bereits bewährt im Setzen internationaler Standards für den Datenschutz und ethischer Grundsätze für KI, doch dies kann nur ein erster Schritt sein. Jetzt ist die Operationalisierung von ethischen Grundsätzen für KI gefordert, deren Wegbereiter Unternehmen sein müssen, für die ethische Grundsätze bei KI und dem Datenschutz keine bloßen Compliance-Fragen sind, sondern ein wichtiger Differenzierungsfaktor für den Wettbewerb. Basierend auf den Erfahrungen der EU im Bereich Verbraucherschutz, z. B. durch Zerti-

fizierungsprozesse und Kennzeichnungen für Bio-Produkte oder verantwortungsvolle Lieferketten, verfügt die EU über die notwendigen Werkzeuge, um vertrauenswürdige Zertifikate oder Kennzeichnungen auch für den digitalen Sektor zu entwickeln und hierüber die Nutzerinnen und Nutzer über Eigenschaften von Technologieprodukten und technologischen Dienstleistungen zu informieren. Solche Zertifizierungen könnten Verbraucherinnen und Verbrauchern dabei helfen, informierte Entscheidungen zu treffen und dadurch Anreize für Unternehmen und Organisationen schaffen, ihre ethischen Grundsätze für KI weiter zu operationalisieren. Kennzeichnungen könnten durch eine Prüfungs- und Zertifizierungsbehörde nach dem Vorbild der Food and Drug Administration (FDA) erfolgen, die in den USA Arzneimittel vor ihrer Einführung für die Allgemeinheit prüft und zulässt.¹⁰⁹

*Empfehlungen zu Governance
(R1), (R8), (R13), (R18)*



- 58 Clement (2020): Global digital population as of July 2020. Statista, in: <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 59 The Economist (2020): Africa's population will double by 2050, in: <https://www.economist.com/special-report/2020/03/26/africas-population-will-double-by-2050> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 60 Our World in Data (2020): Research and data to make progress against the world's largest problems, in <https://ourworldindata.org/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 61 Lee (2018): AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the New World Order. Houghton Mifflin Harcourt, in: <https://www.amazon.de/AI-Superpowers-China-Silicon-Valley/dp/132854639X> [letzter Abruf: 2.11.2020]. [Anm. d. Üb.: Zitat frei übersetzt].
- 62 Thompson (2020): SpaceX to launch next 60 Starlink internet satellites today. Here is how to watch live. Space, in: <https://www.space.com/spacex-starlink-5-internet-satellites-launch-webcast.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 63 Kenia (Nadella 2015, Chesky 2015, Zuckerberg 2016, Ma 2017); Äthiopien (Dorsey 2019, Ma 2019); Ruanda (Ma 2017 und 2018); Tunesien (Brin 2018); Ghana (Dorsey 2019, Ma 2019); Togo (Ma 2019); und Nigeria (Zuckerberg 2016, Pichai 2017, Dorsey 2019, Ma 2019). Cuvellier (2019): Tech giants' visits to African countries. Tweet auf Twitter vom 10. Dez. 2019, in: <https://twitter.com/Cvllr/status/1204367469030367232> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 64 Dorsey (2019): Tweet vom 27. Nov. 2019, in: <https://twitter.com/jack/status/1199774792917929984> [2.11.2020].
- 65 Adeoye (2019): Google has opened its first Africa Artificial Intelligence lab in Ghana. CNN, in: <https://edition.cnn.com/2019/04/14/africa/google-ai-center-accra-intl/index.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 66 Im Jahr 2016 hat die Chinesische Akademie der Wissenschaften im Rahmen einer „Digital Earth Under the Information Silk Road“-Initiative zwei Forschungszentren in den Provinzen Hainan und Xinjiang eingerichtet, um weltraumgestützt Fernerkundungsdaten für verschiedene Aufgaben im Rahmen der BRI insbesondere in Süd- und Südostasien zu sammeln. Gleichzeitig haben chinesische Unternehmen die Entwicklung von Beidou#, einem in China entwickelten, weltweiten Satellitennavigationssystem vorangetrieben. Das GPS-Pendant soll Chinas Fähigkeiten im Bereich Überwachung um Militär stärken.
- 67 Dann, Lubig, Schmand, Xiong (2019): China's belt and road initiative: A guide to market participation. Deutsche Bank, in: https://cib.db.com/docs_new/DB_Belt-and-Road_Report.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 68 Converge! Network Digest (2018): China funds peace subsea cable from Pakistan to Kenya, in: <https://www.convergedigest.com/2018/01/china-funds-peace-subsea-cable-from.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 69 Dewan (2019): In the race for AI supremacy, has India missed the bus? The Economic Times, in: https://economictimes.indiatimes.com/small-biz/startups/features/in-the-race-for-ai-supremacy-has-india-missed-the-bus/articleshow/69836362.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst [2.11.2020].
- Wheeler (2020): China's Digital Silk Road (DSR): the new frontier in the digital arms race? Silk Road Briefing, in: <https://www.silkroadbriefing.com/news/2020/02/19/chinas-digital-silk-road-dsr-new-frontier-digital-arms-race/> [2.11.2020].
- 70 Menon, Vazirani, Roy (2017): Rewire for growth: Accelerating India's economic growth with artificial intelligence. Accenture, in: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-68/Accenture-ReWire-For-Growth-POV-19-12-Final.pdf#zoom=50 [2.11.2020].
- 71 Europäische Kommission (2018): State of the Union 2018: Towards a new 'Africa - Europe Alliance' to deepen economic relations and boost investment and jobs, in: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_18_5702 [2.11.2020].
- 72 Europäische Kommission (2020): Digital Innovation Hubs (DIHs) in Europe, in: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-innovation-hubs> [2.11.2020].
- 73 Jones und Tonetti (2019): Nonrivalry and the economics of data. Graduate School of Stanford Business, in: <https://www.gsb.stanford.edu/faculty-research/working-papers/nonrivalry-economics-data> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 74 Weltwirtschaftsforum (2020): q. Datum: The marketplace for big data, in: https://f69aa27b9b6c6702e27b-ffbfdeddb5f7166a1729dfea28599a63.ssl.cf3.rackcdn.com/raw_54206_15080ceb05f4b9ba9be630b4ccb74c06_qDatum-Presentation-Investors14-PDF.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 75 TrustArc (2016): 2016 TRUSTe/NCSA Consumer Privacy Infographic - US Edition, in: <https://www.slideshare.net/TrustArc/us-consumer-privacy-index-2016-infographic-from-truste-ncsa> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 76 Microsoft (2020): The Open Data Initiative, in: <https://www.microsoft.com/en-us/open-data-initiative> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 77 AWS Marketplace (2020), in: <https://aws.amazon.com/marketplace> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 78 GAIA-X (2020): Germany and France take the lead as Europe makes first step towards building a European data infrastructure, in: <https://www.data-infrastructure.eu/GAIA-X/Redaktion/EN/Press-Releases/20200604-germany-and-france-take-the-lead-as-europe-makes-first-step-towards-building-a-european-data-infrastructure.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 79 Solid (2020): Home, in: <https://solid.mit.edu/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 80 UK Research and Innovation (2020): Databox: Privacy-Aware Infrastructure for managing personal data, in: <https://gtr.ukri.org/projects?ref=EP%2FN028260%2F2> [letzter Abruf: 2.11.2020].

- 81 Europäische Kommission (2020): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, in: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1593073685620&uri=CELEX%3A52020DC0066> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 82 „Edge-Computing“ bezeichnet allgemein die Verarbeitung und Speicherung von Daten in der Nähe der Datenquelle auf intelligenten Geräten, anstatt sie in zentralen Rechenzentren zu speichern, die über den ganzen Globus verteilt sind, wie es derzeit gängige Praxis ist. Schätzungen gehen davon, dass bis zum Jahr 2021 bereits 25 Mrd. Objekte (Things) vernetzt sein werden, die eine Fülle von Daten generieren und einen zunehmenden Bedarf erzeugen, die Daten auf den Geräten oder in ihrer Nähe zu verarbeiten. Eine größere Nähe verspricht geringere Latenzraten, kürzere Reaktionszeiten, Kosteneinsparungen bei der Bandbreite und sorgt für mehr Datensicherheit und den Schutz personenbezogener Daten, was für autonome Fahrzeuge, Präzisionsfertigung oder das Gesundheitswesen unerlässlich ist.
- 83 Grand View Research (2020): Edge computing market size, share and trends analysis report by component (Hardware, software, services, edge-managed platforms), by industry vertical (healthcare, agriculture), by region, and segment forecasts, 2020-2027, in: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/edge-computing-market> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 84 Europäische Kommission (2020): White paper: On artificial intelligence: A European approach to excellence and trust. Seiten 4 und 8 in: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 85 Fior Markets (2020): Global edge computing market is expected to reach 18.36 Billion by 2027: Fior Markets, in: <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/06/23/2052306/0/en/Global-Edge-Computing-Market-Is-Expected-to-Reach-18-36-Billion-by-2027-Fior-Markets.html#:~:text=Newark%2C%20NJ%2C%20June%2023%2C,the%20forecast%20period%202020%2D2027> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 86 Die Quantenphysik führt zwei spezifische Zustände ein: Superposition und Verflechtung. Superposition beschreibt den Zustand des Quantenbits (Qubit). Sie erlaubt ihm, nicht nur den Zustand „0“ oder „1“ (wie ein traditioneller binärer Bit, die Basiseinheit der Information beim siliziumbasierten Computing), sondern auch den Zustand „0 und 1“ anzunehmen. Quantenverschränkung ist ein Phänomen, bei dem der Zustand zweier Partikel unabhängig von ihrem physischen Standort miteinander verbunden ist (entweder gleich oder gegensätzlich). Diese beiden Prinzipien ermöglichen es, mit Quantencomputing bestimmte Arten komplexer Probleme zu lösen, an denen traditionelle Supercomputer scheitern.
- 87 Neuromorphes Computing ist eine Chip-Infrastruktur, die auf den Neuronen des menschlichen Gehirns basiert, um KI effizienter betreiben zu können. Prognosen zufolge soll der Markt für Neuromorphes Computing allein in den USA von 1,49 Mrd. USD im Jahr 2016 auf 6,48 Mrd. USD im Jahr 2024 anwachsen.
- 88 Jilk, Herd, Read, O'Reilly (2017): Anthropomorphic reasoning about neuromorphic AGI safety. Taylor & Francis Online, in: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0952813X.2017.1354081> [2.11.2020]. Eine Definition des Begriffs „starke künstliche Intelligenz“ findet sich in Kapitel 4.1.
- 89 Executive office of the President of the United States (2018): National strategic overview for quantum information science, in: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/09/National-Strategic-Overview-for-Quantum-Information-Science.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 90 Mulvaney und Kratsios (2018): Memorandum for the heads of executive departments and agencies, in: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/07/M-18-22.pdf>
- 91 A Budget for America's Future (2020): Advancing United States leadership in the industries of the future, in: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/02/FY21-Fact-Sheet-IOTF.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 92 Castellanos (2020): White house plans to boost AI, Quantum funding by 30%. The Wall Street Journal, in: <https://www.wsj.com/articles/white-house-plans-to-boost-ai-quantum-funding-by-30-11597420800> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 93 Popkin (2017): China's quantum satellite achieves 'spooky action' at record distance. American Association for the Advancement of Science, in: <https://www.aaas.org/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 94 Division of Quantum Physics and Quantum Information (2020): Quantum communication backbone network (Beijing-Shanghai), in: quantum.ustc.edu.cn/web/en/node/350 [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 95 Kania und Costello (2018): Quantum Hegemony? China's ambitions and the challenge to US innovation leadership. Center for a new American Security, in: <https://www.cnas.org/publications/reports/quantum-hegemony> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 96 Katwala (2018): Why China's perfectly placed to be quantum computing's superpower. Wired, in: www.wired.co.uk [2.11.2020].
- 97 Binosi (2016): Quantum manifesto endorsement. Quorpe, in: quorpe.eu/manifesto [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 98 Europäische Kommission (2020): Quantum Technologies Flagship, in: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/quantum-technologies-flagship> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 99 Kupferschmidt (2019): Europe abandons plans for 'flagship' billion-euro research projects. American Association for the Advancement of Science, in: <https://www.sciencemag.org/news/2019/05/europe-abandons-plans-flagship-billion-euro-research-projects> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 100 Jobin, Ienca, Vayena (2019): The global landscape of AI ethics guidelines. Nature Machine Intelligence, in: <https://www.nature.com/articles/s42256-019-0088-2> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 101 Das Observatorium veröffentlicht praktische Leitlinien zur Implementierung der KI-Grundsätze und verfügt über eine Echtzeit-Datenbank zu KI-Politiken und -Initiativen. Es trägt außerdem Kennzahlen und Auswertungen der weltweiten KI-Entwicklung zusammen und nutzt seine Initiativkraft, um den privaten Sektor, Regierungen, Wissenschaft und Zivilgesellschaft zusammenzubringen.

-
- 102 Newman (2020): Decision points in AI governance: Three case studies explore efforts to operationalize AI principles. Center for Long-Term Cybersecurity. UC Berkeley, in: https://cltc.berkeley.edu/wp-content/uploads/2020/05/Decision_Points_AI_Governance.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 103 McNamara, Smith, Murphy-Hill (2018): Does ACM's code of ethics change ethical decision making in software development? Association for Computing Machinery, in: <https://people.engr.ncsu.edu/ermurph3/papers/fse18nier.pdf> [[letzter Abruf: 2.11.2020].
- 104 Newman (2020): Decision points in AI governance: Three case studies explore efforts to operationalize AI principles. Center for Long-Term Cybersecurity. UC Berkeley, in: https://cltc.berkeley.edu/wp-content/uploads/2020/05/Decision_Points_AI_Governance.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 105 WEF (2019): Global Technology Governance: A Multistakeholder Approach. Seite 10–11, in: www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Technology_Governance.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 106 California Consumer Privacy Act (CCPA), Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), *Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)*.
- 107 Verified Market Research (2019): Global data protection market size by industry vertical (BFSI, IT and telecom, government and defense, healthcare, manufacturing, and others), by geographic scope and forecast, in: <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/data-protection-market/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 108 Als „Brüssel-Effekt“ wird die internationale Übernahme von Standards der EU (z. B. für Fahrzeuge oder Chemikalien) bezeichnet.
- 109 Wired (2019): AI algorithms need FDA-styles drug trials, in: <https://www.wired.com/story/ai-algorithms-need-drug-trials/> [letzter Abruf: 2.11.2020].



4. Die nächste Stufe in der KI-Forschung und -Entwicklung

Trotz vieler Jahrzehnte Forschung können wir bis heute nicht vollumfänglich die enormen Potenziale Künstlicher Intelligenz in allen Lebensbereichen nutzen. Die vergangenen fünf Jahrzehnte der KI-Forschung und -Entwicklung waren wiederholt geprägt von Phasen euphorischer Begeisterung auf die dann allerdings ein „KI-Winter“ folgte, bei dem die Investitionen in diesen Bereich stark sanken und die Fortschritte sich enorm verlangsamten. Ein KI-Winter stellte sich hierbei immer dann ein, wenn überzogene Erwartungen an KI-Technologien gerichtet wurden, die der Stand der KI-Forschung nicht erfüllen konnte. Selbst im aktuellen Klima breiter und intensiver Förderung, Forschung und Anwendung wird die Weiterentwicklung durch den derzeitigen Stand der Statistikforschung, das beschränkte Verständnis von KI-Technologien jenseits von Expertinnen- und Expertenkreisen und die hohe Komplexität ihrer Implementierung beschränkt. Ob das Potenzial von KI zum Vorteil der Menschheit freigesetzt werden kann, hängt von der Fähigkeit des Forschungsfelds ab, die Technologie einfacher erklärbar zu machen sowie

der Einführung eines regulativen Umfelds, das Transparenz und Rechenschaftspflicht gewährleistet. Last but not least müssen aber auch neue Ansätze und Wege im Bereich KI erschlossen werden. In diesem Kapitel werden einige dieser Herausforderungen und neue Entwicklungen im Bereich KI diskutiert. Außerdem wird das Konzept der *Explainable Artificial Intelligence* (dt.: Erklärbare Künstliche Intelligenz) analysiert, eine wichtige Teildisziplin, die dabei helfen könnte, viele dieser Hürden zu überwinden.

4.1 KI gestalten und verstehen oder die Hürde der Kontextualisierung

Im Verlauf der letzten Jahre ist KI zu einem allgemein diskutierten Thema in den Massenmedien avanciert und hat einen notwendigen öffentlichen Diskurs über Potenzial und Risiken der Technologie ausgelöst. Leider wird KI zu häufig unsachgemäß als „magisches“ Werkzeug oder ein allwissendes, allmächtiges Gebilde beschrieben, das seinen Einfluss gebraucht

und Menschen keinerlei Macht lässt, es zu kontrollieren. Gefeierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wie Stephen Hawking haben diese Diskussionen zusätzlich befeuert, indem sie davor warnten, dass KI das Ende der Menschheit herbeiführen könnte.¹¹⁰ Elon Musk hat zwar seine früheren düsteren Warnungen vor KI etwas abgemildert, spricht aber weiterhin davon, dass sie ihm „eine Höllenangst einjagen“ würde.¹¹¹ Auch wenn sich KI im vergangenen Jahrzehnt in atemberaubender Geschwindigkeit weiterentwickelt hat, bleiben die derzeitigen Fähigkeiten von KI beschränkt: Jeder Algorithmus kann nur eine sehr spezifische oder eng gefasste Aufgabe lösen. Um von dieser Stufe der beschränkten KI zu einem KI-System zu gelangen, das eine größere Bandbreite komplexer Probleme lösen kann und irgendwann mit dem Menschen vergleichbare oder darüber hinausgehende kognitive Fähigkeiten erlangt (ein Zustand, der als „starke Künstliche Intelligenz“ oder im Englischen auch als *Artificial General Intelligence* bezeichnet wird), muss eine Lösung für ein entscheidendes Problem gefunden werden: Kausalität und ein Verständnis der Beziehung zwischen Ursache und Wirkung.

Kontextualisierung und Kausalität sind wichtige Impulsgeber für das menschliche Lernen. Wenn ein Kind ein Spielzeug fallen lässt, dann versteht es von Natur aus Ursache und Wirkung seiner Handlung: ein Objekt, das mitten in der Luft losgelassen wird, fällt zu Boden. Obwohl das Kind das physikalische Gesetz der Schwerkraft nicht kennt, verfügt es über die angeborene Fähigkeit, kausale Zusammenhänge zu verstehen. Maschinen können dieses Konzept (noch) nicht verstehen. Tatsächlich wird der Großteil von KI-Systemen individuell für eine ganz bestimmte Aufgabe trainiert. Ein KI-System, das einmal für eine Aufgabe trainiert wurde, muss erneut trainiert und neu kalibriert werden, um Muster in einem neuen Kontext anwenden zu können. Dadurch mangelt es KI-Systemen an Flexibilität in der Anwendung, eine Herausforderung, die man Generalisierung nennt. Ohne logisches Denken, effektives *Few-shot-Learning* (Lernen anhand weniger Beispiele), Lang- und Kurzzeitgedächtnis und abstraktes Denken wird KI dauerhaft beschränkt (oder schwach) und in der Anwendung begrenzt bleiben.

Derzeit verlässt sich das Forschungsfeld auf die Statistik als primäre Basis, um Computer „intelligent“ erscheinen zu lassen, doch um etwas grundlegend Besseres zu entwickeln, müssen neue Fachgebiete dazukommen. Derzeit noch unbekannt Ansätze – vielleicht auf Basis von neuronaler Hardware – sind notwendig, um die heutige, beschränkte KI in neue Dimensionen zu überführen. Unabhängig von der zugrundeliegenden Technologie muss KI über Modelle hinauswachsen, die Korrelation durch probabilistische Theorie verbessern und dabei nach etwas suchen, das sich dem angeborenen Verständnis des Menschen von Kausalität annähert. Das gängige Konzept des Lernens für Menschen und Maschinen durch Belohnung und Konsequenz scheint, in der aktuellen Informatik an seine Grenzen zu stoßen. Stattdessen benötigen wir ein Modell, das die grundlegenden Wahrheiten und Zusammenhänge unserer Welt erfasst; ein System, das keine Vorhersagen auf Grundlage von Erfahrungen macht, sondern in seinem Kern versteht, warum und wie unsere Körper, Gedanken und Umwelt funktionieren. Ohne einen solchen technologischen Fortschritt, kann maschinelles Lernen basierend auf probabilistischen Modellen lediglich Probleme lösen, die wir in einem vorbestimmten Raum definiert haben.

Diese Leistungsgrenzen helfen, das Stocken in der Entwicklung des autonomen Fahrens zu erklären. Auch wenn Fachleute bereits enorme Fähigkeiten für autonome Fahrzeuge entwickelt haben, muss ein führerloses Fahrzeug sich in Sekundenschnelle an eine letztlich unendliche Zahl von Szenarien anpassen und diese bewältigen können. Eine Person auf einer Straße zu erkennen, ist einfach. Aber eine Person zu erkennen, die einen Einkaufswagen vor sich her schiebt und sich bei Regen unter einem Regenschirm versteckt, ist etwas ganz anderes. Wenn ein Fahrzeug lediglich einen Einkaufswagen und einen Regenschirm erkennen kann, muss es den kausalen Zusammenhang verstehen, dass sich möglicherweise ein Mensch unter dem Schirm befindet, auch wenn dieser nicht sichtbar ist. Informatiker haben eine Reihe von Methoden getestet, um KI auf neue Ebenen zu hieven, die es erlauben, auch komplexere Problemstellungen, wie eben beschrieben, zu lösen. Doch auch diese neuen

Ansätze sind beschränkt auf die mathematischen Welten von Mustern, Versuch und Irrtum und damit einen Ansatz, der weder Kausalität, Kontext oder Emotionen versteht (Kapitel 3.4). Auch wenn diese Beschränkungen den Fortschritt bei KI bisher begrenzt haben, beginnen neue maschinelle Lernmodelle, die Grenzen dessen, was bisher möglich war, weiter zu verschieben (auch wenn sie noch immer auf probabilistischen Modellen basieren). Die neu aufkommenden *Transfer Learning*- und *Few-shot-Learning*-Modelle können die drei heute am weitesten verbreiteten maschinellen Lernmodelle ergänzen: Überwachtes, unüberwachtes und bestärkendes Lernen. Auch mit diesen bestehenden Modellen lassen sich Bestrebungen vorantreiben, um den Kern von Kausalität zumindest besser zu erfassen und eine der menschlichen noch ähnlichere Art des Lernens zu ermöglichen. Trotz all dieser Fortschritte fußen solche Bemühungen weiterhin auf probabilistischen Modellen, die zwar eine beschränkte oder schwache KI verbessern, aber die Herausforderung der Entwicklung einer starken, allgemeinen KI nicht lösen können.

Die US-amerikanische Defense Advanced Research Project Agency (DARPA) ist eine der treibenden Kräfte hinter den Bemühungen, die Fähigkeiten von KI auszubauen. Die Forschungseinrichtung des US-Verteidigungsministeriums hat Fokusbereiche für die Forschung benannt, die sich an den oben aufgezeigten Herausforderungen orientieren. Dazu zählen unter anderem *New Capabilities* (neue Fähigkeiten) (besseres Verständnis und einfachere Zulassung von KI-Systemen), *Robust AI* (robuste KI) (Stärkung von Modellen gegen falsche Vorhersagen oder Auszeichnung, um die Verlässlichkeit in taktischen Situationen zu erhöhen), *Adversarial AI* (gegnerische KI) (Schutz von KI gegen Angriffe durch manipulierte Trainingsdaten und/oder Ausnutzen der inhärenten Beschränkungen der Mustererkennung, indem KI absichtlich manipulierten Daten ausgesetzt wird), *High Performance AI* (Hochleistungs-KI) (Einführung von KI, die auf kleineren Geräten betrieben werden und weniger strukturierte Daten verarbeiten kann) sowie das Programm Artificial Intelligence Exploration (AIE), das seinen Schwerpunkt auf absolute Grundlagenforschung legt, die darauf abzielt,

neue Konzepte für die nächste Generation der Technologie nach dem maschinellen Lernen zu entwickeln.¹¹²

Empfehlung 14: Ein Europäisches Exzellenzzentrum auf Grundlage führender französischer Institute in der kontextuellen KI einrichten.

Die französischen Forschungseinrichtungen CNRS und INRIA¹¹³ sind in Europa führend im Bereich der kontextuellen KI. Sie erforschen Möglichkeiten, wie die nächste Entwicklungsstufe bei KI erreicht werden kann.¹¹⁴ Eine Zentralisierung der Verantwortung und Leitung dieser kritischen Aufgabe unter der ethischen Führung der *AI HLEG* würde der EU ermöglichen, die Forschung auf marktfähige Lösungen zu fokussieren (z. B. autonomes Fahren). Das würde Branchendruck erzeugen, eine marktorientierte Forschung sicherzustellen, die sich in eine Stärkung der langfristigen europäischen KI-Exzellenz übersetzen lässt. Über kommerzielle Aspekte hinaus muss kontextuelle KI als Rahmen internationale Akzeptanz erlangen. Deshalb sollte das EU-Forschungszentrum mit international diversen aber in gleicherweise wertebasierten Forschungszentren auf der ganzen Welt zusammenarbeiten, z. B. mit dem Alan Turing Institute (Vereinigtes Königreich) und der Carnegie Mellon University (USA). Eine Stärkung der Weiterentwicklung der kontextuellen KI bei gleichzeitiger Definition ihrer Grenzen ist eine kulturell sensible Herausforderung, bei der die Stärken der *AI HLEG* notwendig wäre, um ein Gegengewicht zum starken Politik- und Governance-Fokus sowohl des Alan Turing Institute als auch des Carnegie Endowment for International Peace (ein Ursprung der CMU) zu bilden. Dadurch wird sowohl das wissenschaftliche als auch das wirtschaftliche Potenzial freigesetzt, um den Fortschritt im Nexus verschiedener Technologien voranzutreiben und die notwendige Grundlage dafür zu schaffen, um die bisher unbekannteste nächste große Entdeckung zu machen.

Empfehlungen zu Talentförderung und Forschung (R2), (R4), (R14), (R15), (R16)



4.2 „Explainable AI“ wird zum entscheidenden Forschungsfeld

Trotz ihrer begrenzten Fähigkeiten hat KI bereits Einzug in den Alltag gehalten, denn wir verlassen uns jeden Tag auf Algorithmen, damit sie für uns verschiedenste Aufgaben schnell und effizient lösen. Deshalb ist es unerlässlich, dass wir verstehen, wie diese Algorithmen funktionieren. In Zeiten zunehmend schwindenden Vertrauens in die Digitalwirtschaft wird dies nur umso wichtiger. Dem Global Web Index zufolge gaben 24 Prozent der 2019 befragten weltweiten Internetnutzerinnen und Internetnutzer an, Computer und neue Technologien nicht zu verstehen. Das entspricht einer Steigerung von 15 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Außerdem gaben 74 Prozent der Nutzerinnen und Nutzer in Europa an, zu glauben, dass neue Technologien mehr schaden als nützen würden, und gerade einmal 25 Prozent unterstützten die Nutzung von KI als Teil der öffentlichen Verwaltung und politischen Steuerung.

Doch zu erklären, wie KI-Systeme genau funktionieren und wie sie zu Schlussfolgerungen gelangen, bleibt eine schwierige Aufgabe. Wenn wir KI nutzen, um größere und komplexere Probleme zu lösen, begegnen wir zwangsläufig einem Blackbox-Problem: Wir können zwar sehen, was hinein geht (Input) und was heraus kommt (Output), doch wie das System von Punkt A zu Punkt B gelangt, können wir nicht vollständig erfassen. Bis heute können wir die Entscheidungen, die KI-Anwendungen treffen, nicht genau erklären. Das gilt besonders für jene, die auf unüberwachten und *Deep Learning*-Modellen basieren, da die Systeme ihre Modelle ohne menschliches Eingreifen eigenständig anpassen. Selbst wenn jemand die Blackbox öffnen und die unzähligen Schichten mit ihren potenziell mehreren Millionen Knoten und Verbindungen dabei beobachten würde, wie sie sich in Echtzeit kalibrieren und neu kalibrieren, wäre der Prozess viel zu komplex, um vom menschlichen Verstand erfasst werden zu können. Daraus folgt, dass wir Vertrauen haben müssen in ein in weiten Teilen unbegreifliches System.

Vor diesem Hintergrund ist die Disziplin der *Explainable Artificial Intelligence* (XAI) entstanden, um zu versuchen, dieses Problem zu lösen. XAI

beschreibt eine Art von KI-Modellen, die Ergebnisse liefern, die Menschen leichter verstehen können. Für dieses Verständnis ist es nicht notwendig, dass alle KI-Betreiberinnen und -Betreiber verstehen, wie die Modelle selbst funktionieren. Vielmehr wird sichergestellt, dass die Beschränkungen der Ergebnisse – warum ein Modell funktioniert und warum es nicht funktioniert – verstanden werden. XAI dient als Schnittstelle zwischen der Funktionsweise eines Modells und den Empfängerinnen und Empfängern seiner Ergebnisse. Ziel der XAI ist es, ein größeres Vertrauen in KI-gestützte Anwendungen zu schaffen, indem sichergestellt wird, dass solche Produkte im Einklang mit dem bestehenden Rechtsrahmen sind, geprüft werden können, keine Verzerrungen enthalten usw. Üblicherweise wird XAI in drei Stufen gegliedert:

1. Erklärbarkeit vor der Modellierung (*pre-modelling*): Hierbei liegt der Fokus darauf, die in der Entwicklung des KI-Modells verwendeten Daten zu verstehen;
2. erklärbare Modellierung: beschäftigt sich mit Modellen, die mit dem Ziel entwickelt werden, erklärbar zu sein; und
3. Erklärbarkeit nach der Modellierung (*post-modelling*): findet Erklärungen für zuvor entwickelte Modelle.

In den letzten Jahren liegt der Fokus der Wissenschaft stark auf der Erklärbarkeit von KI nach der Modellierung. Zu den führenden Ansätzen in der Entwicklung von XAI zählen das XAI-Projekt der DARPA, die Initiative Local Interpretable Model-Agnostic Explanations (LIME) und Richtlinien des Alan Turing Institute aus dem Vereinigten Königreich, das Prozesse für KI-Ingenieure und Anbieter vorstellt, die dabei helfen, die Compliance und Nutzerzentrierung ihrer Modelle sicherzustellen (sowohl für fertige als auch neue Modelle).¹¹⁵ Dank dieser und ähnlicher Initiativen hat die Forschung im Bereich XAI in den letzten Jahren rapide Fortschritte gemacht. Das aktuelle *AI Explainability Whitepaper* von Google hat weitere entscheidende Weiterentwicklungen vorgestellt. Auch die psychologischen Aspekte der Erklärbarkeit werden von der Wissenschaft untersucht, denn ein erfolgreiches XAI-System muss Menschen Transparenz und Erklärungen liefern, die auf Erkenntnissen der Philosophie, kognitiven Psychologie, Mensch-Computer-Interaktion und den Sozialwissenschaften beruhen.¹¹⁶

ÜBERBLICK: Mehr als Algorithmen – emotionale Intelligenz



Künstliche emotionale Intelligenz, auch bekannt als *Emotion AI* oder „dritte Welle der KI“, beschreibt Werkzeuge, die eine natürlichere Interaktion zwischen Maschinen und Menschen ermöglichen. Dazu zählen verbesserte Algorithmen, die aus der Analyse großer Datenmengen Informationen über Emotionen gewinnen. Wenn eine Maschine Emotionen erkennen kann, indem sie verschiedene Dateneingaben analysiert, z. B. Bilder oder Videos, dann gilt sie als emotional intelligente Maschine. Diese neue Art von KI findet bereits in unterschiedlichsten Branchen und Feldern Anwendung, z. B. in der Werbung und in KI-gestützten Empfehlungssystemen, vor allem, um Informationen über Kunden zu sammeln. Andere Anwendungsfelder finden sich beispielsweise in Call Centern, der Psychologie, dem *self-reporting* und der Automobilindustrie oder auch bei Assistenzsystemen.

Emotional intelligente Systeme überschneiden sich hiermit und ergänzen häufig ähnliche Programme, die sehr subtile, sehr menschliche Phänomene erkennen. So hat beispielsweise das US-amerikanische Start-up Woebot eine durch einen Algorithmus unterstützte Anwendung entwickelt, die psychisch kranken Menschen interaktive Unterstützung bietet und sie bei Bedarf dazu auffordert, bewusster an einer kognitiven Verhaltenstherapie teilzunehmen, die ihnen von Psychologen verordnet wurde. Mindstrong Health verfolgt einen ähnlichen Ansatz für Patienten mit ernsten psychischen Erkrankungen, die oft in einem Teufelskreis aus Behandlung, Entlassung und Rückfall feststecken, noch weiter. Auf Basis der Analyse von etwa 1.000 häufig kaum wahrnehmbaren Kennzeichen in der Art, wie Patienten mit ihrem Mobiltelefon interagieren, kann Mindstrong die Patienten oder ihre behandelnden Ärzte alarmieren, wenn ein Rückfall droht.

Durch die Integration fortschrittlicher emotionaler Intelligenz in diese Anwendungen verhelfen diese Start-ups Patientinnen und Patienten zu mehr Lebensqualität. Aber natürlich werfen sie auch ethische Fragen in Bezug auf möglichen Missbrauch und Manipulation auf. Die breitere Anwendung solcher Systeme in neuen Branchen und Feldern hat Forderungen nach Regulierungen durch Staat und Industrie laut werden lassen, um Nutzerinnen und Nutzer dieser Systeme angemessen zu begleiten und sicherzustellen, dass keine Menschen durch solche Systeme zu Schaden kommen. Sicherheits- und Datenschutzbedenken in Bezug auf eine emotionale Überwachung nehmen unter Anwendern zu. In Kombination mit sich abzeichnenden Entwicklungen im Bereich *Brain-Computer-Interfaces* (BCI) (Technologien, die Gehirnaktivität bei Menschen direkt aufzeichnen und stimulieren können) könnten Systeme der emotionalen Künstlichen Intelligenz durch personalisiertes *targeting* (z. B. in Form von politischer Propaganda oder als Hackermethode zum Erschleichen persönlicher Informationen) eine ganz neue Qualität der Manipulation von Menschen ermöglichen.

Deshalb muss die Politik den Beginn der dritten KI-Welle erkennen und Richtlinien erlassen, die frühzeitig und effektiv massiven Missbrauch verhindern. Die DSGVO der EU macht biometrische Daten zu personenbezogenen Daten, die ohne vorherige Zustimmung nicht verwendet werden dürfen. Während jedoch Emotionen, die anhand von Gesichtsbildern und Sprachsynthese erkannt werden, dieser Regulierung unterliegen, weil solche Daten dazu geeignet sind, eine Person zu identifizieren, sind emotionsbasierte Daten, die keine eindeutige Identifikation ermöglichen, derzeit noch nicht reguliert. Vor diesem Hintergrund sollte bereits heute zumindest diskutiert werden, wie die DSGVO und ähnliche Regulierungen überarbeitet werden könnten und sollten, um biosensorische Daten in die Definition von biometrischen Daten aufzunehmen.

Fortschritte in diesem Bereich werden dringend benötigt. Viele der Kontroversen, die im Umfeld sensibler Anwendungsfelder von KI entstanden sind – z. B. Einstellungsverfahren, Kreditbewertungen oder *predictive policing* –, könnten aufgelöst werden, wenn die zugrundeliegenden KI-Systeme besser erklärbar und entsprechend nachvollziehbarer wären. Eine Lösung des *black box*-Problems von KI würde ein substantielles digitales Wachstum ermöglichen. Der regulative Rahmen wurde bereits geschaffen. Eine Reihe von mit der DSGVO eingeführten Rechten stehen in direkter Verbindung zu XAI. Das gilt insbesondere für die Aufsicht über undurchsichtige KI-Systeme und den Schutz von EU-Bürgerinnen und -Bürgern, die unter negativen Auswirkungen durch Entscheidungen oder Entscheidungshilfen leiden könnten, die von solchen Systemen getroffen werden. Während sich einige Unternehmen gegen die

DSGVO sträuben, können diese Aspekte dabei helfen, einige der wichtigsten Treiber für eine breite Anwendung von KI zu schaffen, zu denen Benutzerfreundlichkeit, ein Verständnis für die Technologie bei Mitarbeiterinnen und Führungskräften sowie Nutzerinnen zählen, die den Auswirkungen von KI vertrauen. In Bezug auf den technologischen Fortschritt werden die Effizienzgewinne von KI-Anwendungen ohne ein solides Verständnis jedes einzelnen KI-generierten Ergebnisses niemals ganz realisiert werden. In diesem Sinne steht XAI ihrem Wesen nach im Zentrum der europäischen Governance-Bestrebungen zur Sicherung einer menschenzentrierten KI. Tatsächlich wurde der Weg zur menschenzentrierten KI in Europa bereitet, zwar nicht durch Unternehmen, aber durch Regierungsbehörden, die die Entwicklung deutlich tiefer im Kern des europäischen Marktes platziert haben, als irgendwo anders auf der Welt.

IM DETAIL: Was sind Brain-Computer-Interfaces (BCI)?



Ein *Brain-Computer-Interface*, auch neuronales Interface, ist ein Werkzeug, das sowohl invasiv als auch nicht invasiv die Gehirnaktivität von Menschen aufzeichnen und stimulieren kann, um Informationen zu übermitteln. Die Verknüpfung von KI mit entsprechenden Geräten, aber auch die Verbindung menschlicher Kommunikation mit diesen Technologien über die Aufzeichnung oder Stimulation von Gehirnaktivität wird wahrscheinlich das technologische Feld vollständig neu ordnen. Das Gehirn wird so zu einem *Edge-Computing*-Gerät. Das Gehirn und andere Geräte werden mit Datenübertragungsraten von 20 GB/s in einem 5G-Netzwerk miteinander kommunizieren. Mensch-zu-Computer-Kommunikation (z. B. Tippen, Lesen, ein Video ansehen) stagniert derzeit bei 0,63 Mbit/s. Diesen Flaschenhals auszuräumen und sowohl die Mensch-zu-Mensch- als auch die Mensch-zu-Computer-Kommunikation auf eine neue Stufe zu heben wird im nächsten Jahrzehnt und darüber hinaus die menschliche Kognition als Kernstück der Technologie entfalten. Anwendungsfelder in näherer Zukunft liegen in der Medizin, z. B. in Form von Roboterarmen oder -beinen für Patientinnen und Patienten, die unter Zerebralparese, bestimmten Typen von Schlaganfällen oder Verletzungen der Wirbelsäule leiden. Langfristigere Möglichkeiten entsprechen den Visionen von Elon Musks BCI-Unternehmen *Neuralink* von der Schaffung eines Kommunikationskanals, der es Menschen erlaubt, ebenso schnell mit Computern zu kommunizieren, wie mit anderen Menschen und ihnen so den direkten Up- bzw. Download von Gedanken oder Inhalten aus dem Gehirn ins bzw. aus dem Internet ermöglicht.

Empfehlung 15: Eine KI, der man widersprechen kann – der Weg zu einer Mensch-KI-Symbiose. Mit der ISO/IEC TR 24028:2020 hat die Internationale Organisation für Normung und die International Electrotechnical Commission einen ersten Schritt in Richtung einer Normierung der Vertrauenswürdigkeit von KI unternommen. Ähnlich jedoch wie der Leitfaden für vertrauenswürdige KI des Alan Turing Institutes beinhaltet die Norm keine vollständig wissenschaftlichen, anwendbaren Messgrößen.¹¹⁷ Diese Defizite sind bedeutend. Solange XAI, die Methoden und Techniken in der Anwendung von KI beschreibt, durch die die Ergebnisse einer KI-Lösung für Menschen verständlich werden, eine rein theoretische Übung bleibt, wird KI nicht wesentlich über ihre derzeitige, stark passive Form hinauswachsen können.

Die Herausforderung in der Arbeit mit KI in Echtzeit ist es, zu wissen, wann man widersprechen muss. Wenn wir die Möglichkeit für KI schaffen, Ergebnisse zu liefern, die Menschen einfach und schnell auswerten, verstehen und beurteilen können, dann überschreitet KI die Grenze zur anwendbaren Funktionalität. Die DARPA hat das erkannt und legt den Schwerpunkt auf XAI, die Soldaten ermöglicht, die Ergebnisse eines Modells zu beurteilen und zu lernen, wann sie diesen vertrauen können.

Die EU muss sich in ähnlicher Weise die Vorteile von XAI nicht allein als Schnittstelle zwischen Modell und Mensch zunutze machen, sondern als Schnittstelle zwischen theoretischer Datenbeobachtung und industrieller Anwendung. Anwendungsmöglichkeiten reichen von der Unterstützung von Statikerinnen und Statikern bei der Beurteilungen von Gebäuden, über die Hilfe beim Suchen im Gelände zur Unterstützung der Lawinenrettung bis hin zur Lösung regulatorischer Herausforderungen etwa im Bereich von Haftungsfragen beim teil-autonomen Fahren (Verständnis und Kontrolle von KI durch weiterhin kontrollverantwortliche menschliche Fahrer und Fahrerinnen). Wenn Menschen eine Empfehlung verstehen, dann können sie darauf basierend Entscheidungen treffen – und werden niemals ersetzt werden. Anreize für die Wissenschaft in der EU zu schaffen, in praktischen und branchenorientierten XAI-Wettbewerben Modelle zu entwickeln, die Herausforderungen aus der realen Welt lösen,

indem sie die Schnittstelle zwischen dem Modell und dem Menschen verbessern, kann dazu beitragen, dass die EU eine internationale Führungsposition auf dem Weg zur erklärbaren künstlichen Intelligenz einnehmen könnte.

Empfehlungen zu Talentförderung und Forschung (R2), (R4), (R14), (R15), (R16)



4.3 Zähmung der unbegreiflichen KI durch Rechenschaftspflicht

Die direkten Auswirkungen einer XAI (z. B. zunehmende kommerzielle Anwendung von KI in Unternehmen) konnten sich noch nicht manifestieren. Die Hürden für Kontextualisierung, Kausalität und starke Künstliche Intelligenz sind weiterhin vorhanden, zumindest bis jetzt. Durchbrüche in diesen Feldern werden jedoch ohne einen übergeordneten Rahmen für eine Rechenschaftspflicht und Haftungsfragen nicht dazu beitragen, dass KI als Technologiefeld einen entscheidenden Sprung nach vorn macht. Je mehr KI einen breiten Eingang in menschenzentrierte Branchen wie das Gesundheitswesen findet, desto drängender werden Fragen der Rechenschaftspflicht für Entscheidungen, die von oder basierend auf KI-Systemen getroffen wurden. Derzeit beraten KI-Modelle lediglich menschliche Ärztinnen und Ärzte, bei denen aber die Kontrolle über Diagnose- und Behandlungsentscheidungen für ihre Patienten letztlich verbleibt. Der zunehmende Druck auf Gesundheitssysteme, derzeit noch verstärkt durch COVID-19, kann eine noch wesentlich breitere und tiefere Verbreitung von Künstlicher Intelligenz in Gesundheitssysteme beschleunigen. In Anbetracht von steigenden Gesundheitskosten, alternden Gesellschaften und globalen Gesundheitsnotständen können KI-Systeme einen Beitrag zur Verbesserung von Gesundheitssystemen darstellen und Mensch-zu-Mensch-Behandlungen vielfach ergänzen, teils auch erübrigen. Ähnliche Fragen stellen sich in der Mobilität, wo autonome Systeme Unfälle herbeiführen, die von Menschen „mitverursacht“ werden, da letzt genannte ihrem KI-gestützten Navigationssystem zu sehr vertrauen oder in der Immobilienbranche, wo schlecht gewartete KI-Systeme in der Vergangenheit bereits einen Anstieg der Hypothekenpreise verursachten.^{118, 119}

Diese Fälle werfen Fragen in Bezug auf Rechenschaftspflicht und Haftung auf, wenn KI-gestützte Systeme versagen oder negative Auswirkungen haben. Können Entwickler haftbar gemacht werden für KI-Systeme, die sie erschaffen haben, auch wenn diese Systeme über die Zeit dazulernen, sich anpassen und verändern, wie es KI-Systeme tun? Können Einzelpersonen für Auswirkungen der von ihnen genutzten Anwendungen verantwortlich gemacht werden, selbst wenn die größten KI-Expertinnen und Experten der Welt nicht erklären können, wie das System zu seiner Entscheidung gelangt ist? Derzeit liegt die Akzeptanz des KI-Entscheidungsprozesses in der Verantwortung der jeweiligen Nutzer. Doch wenn Nutzer zunehmend passiv betroffen sind (z. B. als Patienten, die Diagnosen und Behandlungspläne erhalten, die größtenteils außerhalb ihrer Kontrolle liegen), erscheint eine Rechenschaftspflicht von KI-Entwicklerinnen und KI-Entwicklern – oder auch von KI als eigenständiges Rechtssubjekt – zunehmend als zu diskutierende Option, deren Einführung allerdings auch auf ihre innovationshemmende Wirkung hin untersucht werden müsste. So oder so bleibt es jedoch unmöglich, ein Computersystem zu bestrafen oder für seine Taten zur Verantwortung zu ziehen. Als menschenzentrierte Gesellschaften, die in eine Realität übergehen, in der wir zeitweilig oder partiell die Kontrolle über gewisse Entscheidungen auf KI-Systeme übertragen (beispielsweise, wenn wir den Anweisungen eines Navigationssystems oder Behandlungsempfehlungen folgen), stehen wir vor der Frage, wie diese neuen Konstellationen durch bestehende oder neu zu schaffende Regularien sinnvoll reguliert werden können.

Diese Fragen berühren den Kern der Rolle von KI in der Gesellschaft und zeichnen ein Bild von einer gemeinsamen Zukunft von KI und Gesellschaft; einer Zukunft, die auf der einen Seite von XAI und einem besseren Verständnis von KI-Entscheidungen und auf der anderen Seite von Entscheidungen treffenden Vermittlerinnen und Vermittlern geprägt ist, die ihrem Wesen nach nicht zur Verantwortung gezogen werden können. Deshalb muss der Gesetzgeber ein Gleichgewicht von Rechenschaftspflicht, Verantwortung aber auch Innovationsoffenheit zwischen Gesellschaft,

Einzelperson und Vermittler (KI) herbeiführen und dieses Gleichgewicht in Gesetzen und Regulierungen festschreiben, die unvermeidlich die Rolle von KI in unseren Gesellschaften und in unseren Leben prägen werden.

Science-Fiction und futuristische Romane bieten darüber hinaus erste Ansätze für die doppelte Herausforderung von Rechenschaftspflicht und Kontextualisierung bei einer in ferner Zukunft möglicherweise auftretenden bewussten KI – ein System, das weiß, dass es eine Maschine ist und wir Menschen sind. Dazu würden Maschinen eine Art intellektueller Repräsentation ihres Selbst benötigen. Bis heute ist es nicht gelungen, das Mysterium des Bewusstseins zu entschlüsseln, geschweige denn ein Maß an Verständnis hierfür zu entwickeln, das wissenschaftliche Sprünge hin zu einer allgemeinen/starken KI ermöglicht. Eine argumentierende KI jedoch, ein System, das kausale Zusammenhänge abstrakt verbinden kann, liegt im Bereich dessen, was wir verstehen können. Wir haben einfach noch nicht die richtige Sprache gefunden, um die Fragen zu formulieren und nach den Antworten zu suchen. Diese Fragen und Antworten könnten mit der Konsolidierung der Forschungsfelder deutlicher ans Licht treten.

Keiner der einzelnen maschinellen Lernmodelltypen wird eigenständig die Grenze zu einer starken Künstlichen Intelligenz überschreiten. Die Länder und Regionen, die Forschung und Anwendungen verknüpfen – sowohl bei KI direkt als auch in deren Umfeld –, werden am ehesten in der Lage sein, den entscheidenden Schritt nach vorn zu gehen. Wir haben dafür bereits mehrere Beispiele gesehen. Neuromorphes Computing und evolutionäre Algorithmen sind aus einer Verbindung der Neurowissenschaften und der Informatik hervorgegangen. Durch die Verbindung von Neurowissenschaft mit Hardware ermöglichen uns neuronale *interfaces*, direkt mit unseren Hirnzellen zu kommunizieren. Wir sehen, wie wissenschaftliche Entdeckungen Schritt für Schritt immer näher daran heranrücken, menschliche Funktionen nachzubilden, anzunehmen und schlussendlich zu ersetzen. *Moonshot*-Projekte und millionenschwere Forschungsprogramme können großartige Fortschritte machen und anschließend schwere Rückschläge erleiden, doch

das sind die Kosten, die eine Gesellschaft zu zahlen bereit sein muss, wenn sie echte Innovation im Bereich KI vorantreiben will.

Für Europa sind das gute Neuigkeiten. Während in den USA Bemühungen um die Entwicklung der besten Werkzeuge dominieren, um Antworten auf bestehende Probleme zu finden, sucht die Forschung in Europa auch weiterhin nach fundamental neuen Ansätzen. Öffentlich geförderte, historisch bewährte Forschungszentren in ganz Europa befinden sich in bester Position, um die nächste große Entdeckung zu machen, was auch immer sie sein mag.

Empfehlung 16: Die Basis für argumentierende KI – und skalierbare Anwendungen – schaffen.

Aufgrund hoher Trainingskosten und der Komplexität der Modelle ist KI sehr kostenintensiv und hat sich deshalb für Unternehmen zu einem Instrument entwickelt, um ihre Märkte zu schützen. Die Entdeckung der nächsten Meilensteine in Richtung einer besseren, argumentierenden KI und hin zu Systemen mit allgemein anwendbaren Fähigkeiten wird diese Kosten senken und breitere Anwendungsfelder erschließen. Daraus würde eine Skalierbarkeit der Anwendungen resultieren, die potenziell die Übermacht der derzeitigen *gate keeper* des Silicon Valley unterlaufen könnte – vorausgesetzt, die heute dominierenden Online-Plattformen (*gate keeper*) erreichen die Meilensteine nicht zuerst. Da die Herausforderung

in der Mehrfachanwendung von Systemen liegt, werden Durchbrüche ganz sicher dort erzielt werden, wo Forschungsfelder ineinandergreifen. Um diese Aufgabe zu bewältigen, muss die EU ihre Wissenschaftler mit unterschiedlichen Branchen und Disziplinen in Berührung bringen, darunter Medizin, Industrie und Rechtswissenschaften, um eine neue Generation von Expertinnen und Experten auszubilden, die ganzheitlich denken und über Fähigkeiten verfügen, die eine interdisziplinäre Exzellenz fördern – eine entscheidende Ressource für die EU, wenn sie darauf hofft, KI-Modelle zu entwickeln, die aktuelle Grenzen überwinden. Vollständig finanzierte Stipendien und Programme zur Förderung von Forschungsaufenthalten und Lehraufträgen, die den großen aber zerklüfteten europäischen Forschungsraum besser und interdisziplinär verbinden, bringen Wissenschaftler zusammen und zugleich mit europäischen Unternehmen in Kontakt (und stärken dadurch den Talenterhalt für Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen). Dies kann dazu beitragen, die starken aber oft uneinigen stakeholder-Gruppen in der EU stärker zu einen. Gleichzeitig kann die eine Generation von ganzheitlich und umfassend ausgebildeten Wissenschaftlerinnen und Fachkräften in Europa fördern, die beste Voraussetzungen dafür mitbringen, eine skalierbare KI der nächsten Generation zu entwickeln.

Empfehlungen zu Talentförderung und Forschung (R2), (R4), (R14), (R15), (R16)



-
- 110 Cellan-Jones (2014): Stephan Hawking warns artificial intelligence could end mankind. BBC News, in: <https://www.wired.com/story/ai-algorithms-need-drug-trials/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 111 Clifford (2018): Elon Musk: 'Mark my words- A.I. is far more dangerous than nukes'. CNBC, in: <https://www.cnn.com/2018/03/13/elon-musk-at-sxsw-a-i-is-more-dangerous-than-nuclear-weapons.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 112 DARPA (2020): AI next campaign, in: <https://www.darpa.mil/work-with-us/ai-next-campaign> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 113 Centre national de la recherche scientifique (CNRS) und Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA).
- 114 Atomico und Slush (2018): The state of European Tech: Kapitel 6.3. Europe is home to the world's leading AI research community, in: <https://2017.stateofeuropentech.com/chapter/deep-tech/article/europes-engineering-engaging-data-science/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 115 ICO und The Alan Turing Institute (2020): Explaining decisions made with AI, in: <https://ico.org.uk/media/for-organisations/guide-to-data-protection/key-data-protection-themes/explaining-decisions-made-with-artificial-intelligence-1-0.pdf> [[letzter Abruf: 2.11.2020].
- 116 Google (2020): AI explanations whitepaper, in: <https://storage.googleapis.com/cloud-ai-whitepapers/AI%20Explainability%20Whitepaper.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 117 Zielke (2020): Is Artificial Intelligence Ready for Standardization?, in: https://www.researchgate.net/publication/341616218_Is_Artificial_Intelligence_Ready_for_Standardization [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 118 Wolfe (2014): Driving into the ocean and 8 other spectacular fails as GPS turns 25. The World, in: <https://www.pri.org/stories/2014-02-17/driving-ocean-and-8-other-spectacular-fails-gps-turns-25> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 119 Sculley et. al. (2014): Machine learning: the high-interest credit card of technical debt. Google Research, in: <https://storage.googleapis.com/pub-tools-public-publication-data/pdf/43146.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].



5. Treibende Kräfte für die Verbreitung von KI in Wirtschaft und Gesellschaft

Von den Vorteilen Künstlicher Intelligenz kann sowohl die Wirtschaft (verdeutlicht durch das deutsche Konzept der „Industrie 4.0“) als auch die Gesellschaft insgesamt profitieren (wie es die japanische Vision der „Gesellschaft 5.0“ verspricht).¹²⁰ Doch um das Potenzial für wirtschaftliches Wachstum und gesellschaftlichen Fortschritt zu erschließen, bedarf es der aktiven Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern, Unternehmen, Investoren, der öffentlichen Hand (sowohl als Regulierungsinstanz als auch als Nutzer) sowie der Zivilgesellschaft. Vor diesem Hintergrund betrachten wir in diesem Kapitel vier bedeutende Faktoren, die zur Stärkung der Leistungsfähigkeit des europäischen KI-Innovationsökosystems substantiell beitragen können:

1. eine Stärkung der Rolle von *corporate venture capital* für eine digitale Transformation, die Europas Industrie modernisiert;
2. eine stärkere Nutzung von KI innerhalb des privaten und öffentlichen Beschaffungswesens;
3. die Förderung der Etablierung und Skalierung neuer Geschäftsmodelle für die Datenwirtschaft; und
4. eine stärkere Nutzung von Künstlicher Intelligenz zur Förderung des Gemeinwohls.

5.1 Der Wandel der Förderlandschaft im kognitiven Zeitalter

Obwohl die Kosten für Cloud-Nutzung, den Zugang zu Wissen, Computerchips und fast alle anderen Komponenten, die für ein KI-System benötigt werden, stetig sinken (wobei Fachkräfte eine entscheidende Ausnahme bilden), bleibt die Entwicklung dieser intelligenten Maschinen ein kostspieliges Unterfangen. KI-Lösungen für Unternehmen werden noch immer weitestgehend maßgeschneidert, da auf dem „KI-Markt“ gegenwärtig nur wenige Lösungen angeboten werden, die sich beliebig in die IT-Infrastruktur und Arbeitsabläufe von verschiedenen Unternehmen integrieren las-

sen. Die Entwicklung und Implementierung Künstlicher Intelligenz und damit verbundener algorithmischer Entscheidungssysteme, die aufgrund der Marktsituation für die Bedürfnisse eines einzelnen Unternehmens sehr oft zugeschnitten werden müssen, ist ein arbeitsreicher und kostenintensiver Prozess.¹²¹ Besonders für Start-ups können der Mangel an Fachkräften, die Hürden im Zugang zu ausreichend großen Datenpools und der ungleiche Kampf gegen marktbeherrschende Online-Plattformen mit enormen Geld- und Datenressourcen unüberwindbare Hürden darstellen, die letztlich die Dynamik des gesamten Innovationsökosystems hemmen (siehe Kapitel 3.1 „Umgestaltung der Datenwirtschaft“). Das Selbe gilt für die Erstellung von ausreichend großen Datenbanken und -räumen, die zum Training von KI-Systemen unerlässlich sind.¹²²

Aufgrund dieser Hürden konzentrieren die meisten Unternehmen jenseits der Technologiebranche ihre Investitionen auf leicht zu erreichende Ziele und eng gefasste Anwendungsfelder. Auch wenn Unternehmensführungen anerkennen, dass die Implementierung von KI bereits heute entscheidend für den Unternehmenserfolg ist, finden KI-Lösungen abgesehen von einer Handvoll Ausnahmen keine breite Anwendung in der Wirtschaft. Während in einer Umfrage aus dem Jahr 2019 drei Viertel der befragten Geschäftsführerinnen und Geschäftsführer weltweit angaben, dass KI das Potenzial besitze, ihr Unternehmen innerhalb der nächsten drei Jahre grundlegend zu verändern,¹²³ gaben 58 der Befragten an, KI-Funktionalität nur in einem Geschäftsbereich oder einer Funktion integriert zu haben (eine Steigerung gegenüber dem Vorjahreswert von 47 Prozent). Weniger als ein Drittel der Befragten gab an, KI in mehreren Funktionen oder Geschäftsbereichen integriert zu haben.¹²⁴ Zugleich unterstrich die Umfrage, dass Unternehmen überwiegend danach streben, ihr Marketing oder ihr Lieferkettenmanagement zu verbessern und nicht danach streben neue Geschäftsmodelle zu erproben.¹²⁵ Hieraus ergibt sich das hohe Risiko, das europäische Firmen die Chancen der disruptiven Veränderungen der digitalen Transformation verpassen.

Blickt man auf den Bereich Finanzierung von Innovationen und allen voran auf die Verfügbarkeit von Wagniskapital, zeigt sich eine gemischte Bilanz. Zum einen ist dabei positiv anzumerken, dass ein starkes Wachstum und eine Diversifizierung innerhalb der Finanzierungslandschaft im globalen Innovationsökosystem stattgefunden hat. Im Jahr 2019 wurden im Rahmen von mehr als 2.200 Unternehmensbeteiligungen weltweit Investitionen in Rekordhöhe von insgesamt 26,6 Mrd. USD getätigt. Im Vergleich dazu lagen die Zahlen 2014 noch bei 580 Beteiligungen und 4,2 Mrd. USD.¹²⁶ Die EU hinkt den USA und China in Bezug auf Förderzahl und -volumen zwar hinterher, doch die Spannungen in den Handelsbeziehungen der beiden Mächte könnten Investitionen und Innovation verlangsamen. Außerdem könnten Innovation und Investition im Bereich KI in den USA durch aktuelle Rechtsreformen wie beispielsweise den *Foreign Investment Risk Review Modernization Act* von 2018 (*FIRRMA*)¹²⁷ und Entscheidungen des Weißen Hauses, die Zahl in den USA studierender und forschender Zuwanderer zu beschränken, verlangsamt werden. Diese und andere Entwicklungen könnten sich hemmend auf einen Trend auswirken, der in der EU gerade erst an Dynamik gewinnt, für die Zukunft von Europas Wirtschaft aber von hoher Bedeutung sein kann: *Corporate Venture Capital* (CVC). Wie auch das CVC-Wachstum insgesamt, das einen Anstieg von 17,9 Mrd. USD im Jahr 2014 auf 57,1 Mrd. USD im Jahr 2019 erlebt hat, stiegen die Investitionen in KI-Start-ups 2019 um 71 Prozent gegenüber dem Vorjahr auf insgesamt 10,6 Mrd. USD. Zwar haben die USA und China auch weiterhin den größten Anteil bei dem weltweit investierten *corporate venture capital*, allerdings verlangsamten sich die Investitionen beider Länder aus diesem Bereich im Vergleich der Jahre 2018 und 2019, während sie in Europa weiterhin klar anwachsen. Die Zahl der CVC-gestützten Beteiligungen an Unternehmen mit Sitz in Europa stieg 2019 um 19 Prozent, wobei dies einen Gesamtanteil der Beteiligungen durch CVC an KI-Start-ups von 38 Prozent ausmacht.¹²⁸ Dieses Wachstum könnte der Tatsache geschuldet sein, dass KI und Datenanalyse in Europa immer stärker und allen voran in großen europäischen Unternehmen aus dem Industrie und Fertigungssektor vorangetrieben wird.

Es bleibt abzuwarten, welchen Einfluss die Corona-Pandemie auf die Verfügbarkeit von *corporate venture capital* haben wird. Offensichtlich ist jedoch bereits, dass die Krise Anlass geben sollte für mehr Kooperationen zwischen größeren, etablierten Unternehmen und kleineren, jüngeren Unternehmen insbesondere im Bereich Künstliche Intelligenz. Nach der Pandemie werden sowohl ganze Volkswirtschaften aber eben auch Unternehmen und Bürgerinnen und Bürger in Europa wirtschaftliche Wachstumsimpulse dringend benötigen, die dank KI auch über eine verbesserte regionale Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden könnte. Mit Blick auf die Zukunft des Wirtschaftsstandorts Europa ist zu unterstreichen, dass der Trend einer Zunahme von CVC in Europa dazu beitragen kann, ein neues Konzept von „kooperativer Innovation“ innerhalb der digitalen Transformation zu etablieren. Danach können etablierte Unternehmen ihr Wachstum steigern, indem sie Zeit, Energie und Kapital investieren, um die Beschränkungen ihrer internen, unternehmenseigenen Forschungs- und Entwicklungsmodelle zu überwinden. Solche internen F&E-Abteilungen sind zwar extrem gut darin, inkrementelle Fortschritte zu liefern. Gleichzeitig fällt es solchen internen Einheiten aber oftmals schwer, neue, bahnbrechende Produkte oder Ideen zu entwickeln, die neue Märkte erschließen und begründen bzw. neue Geschäftsmodelle ermöglichen. Auf der anderen Seite können große und/oder tradierte Unternehmen Start-ups/jungen Unternehmen dabei helfen, ihre Geschäftsmodelle in fragmentierten Märkten schneller zu skalieren und leichter Zugang zu notwendigem Wagniskapital zu erhalten.¹²⁹ Bedenkt man die Wirtschaftsstrukturen in Europa mit seinen weltweit führenden KMUs, die dringend technologisch auf den neuesten Stand gebracht werden müssen, ist das Potenzial solcher Partnerschaften für einen Beitrag zu Innovation und Wachstum ganz besonders groß – auch wenn gerade bei der Zusammenarbeit von KMU und Start-ups im Bereich KI eine Reihe von besonderen Herausforderungen auftreten.¹³⁰

Empfehlung 17: „Kreatives Aufrüsten“ anstelle „kreativer Zerstörung“ fördern. Während traditionelles Wagniskapital in dem Ruf steht, durch Investitionen in disruptive Start-ups ganze Branchen unter Druck zu setzen, zielt *corporate venture capital* darauf ab, Branchen aus sich selbst heraus

zu erneuern, ohne dabei ihr Kerngeschäft zu zerstören. Die Fähigkeiten und Anreize von sowohl klassischem Wagniskapital als auch *corporate venture capital* werden benötigt, um die Volkswirtschaften in Europa zu erneuern. Genau deshalb sollte die Politik nach Möglichkeiten suchen, die unterschiedlichen Kapitalformen für die Weiterentwicklung der europäischen Wirtschaft wirksam zu verbinden. Das kann durch eine Reihe unterschiedlicher Maßnahmen erreicht werden, z. B. durch Steueranreize, staatlich gestützte Dachfondsstrukturen oder Anreizprogramme, die das Risikoprofil von solchen Investitionen verändern und Hebelwirkungen erzeugen können.

Empfehlungen zu Kommerzialisierung (R5), (R11), (R12), (R17), (R19)



5.2 Die unterschätzte Rolle der smarten Beschaffung

Während *corporate venture capital* Unternehmen Möglichkeiten bietet, die Innovationskraft der eigenen F&E-Abteilungen zu ergänzen, kann eine smarte Beschaffung ihnen helfen, die Innovation entlang ihrer Lieferkette zu befördern. Doch trotz einer Auswahl an KI-Anwendungen, die für eine Optimierung verschiedener Beschaffungsaufgaben entwickelt wurden, bleiben Wirkung und Implementierungspotenzial eines KI-gestützten smarten Beschaffungswesens weitestgehend unterschätzt. Die meisten Digitalisierungsprojekte beginnen mit der Verbesserung bestehender oder der Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen für Kunden. Die Beschaffung hingegen spielt, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle. Die digitale Transformation des Beschaffungswesens steckt trotz ihres enormen Potenzials noch in den Kinderschuhen. Schätzungen zufolge könnten vollständig automatisierte Beschaffungsprozesse den 5.000 größten Unternehmen jährliche Einsparungen in Höhe von 86 Mrd. USD beschern, doch im Jahr 2018 nutzten weniger als zehn Prozent der Unternehmen Schlüsseltechnologien in der Beschaffung.¹³¹ In Anbetracht der Tatsache, dass Einkaufsleiter in der Zeit nach der Corona-Pandemie unter noch größerem Druck stehen werden, ist ein Anstieg in der Nachfrage nach smarten Technologien für die Beschaffung zu erwarten.

Im Vergleich zu anderen Bereichen ist Europa für die Bereitstellungen von Lösungen für ein smartes Beschaffungswesen gut aufgestellt. So bietet SAP Ariba, dessen weltweite Transaktionszahlen höher sind als die von Amazon und Alibaba zusammen, eine *Procure-to-Pay-Suite*, die eine Zusammenarbeit von Beschaffung und Lieferkette unterstützt. Das Marktforschungsunternehmen Gartner hat SAP Ariba 2019 aufgrund überzeugender Innovation und tiefem Marktverständnis zum Marktführer im Bereich smarte Beschaffung gekürt.¹³² Auch Start-ups in Europa haben das Beschaffungswesen als wachsenden Markt erkannt. Während in Europa zwischen 2001 und 2017 zwar nur halb so viele Start-ups im Bereich Beschaffungswesen gegründet wurden wie in Nordamerika (172 im Vergleich zu 400), waren es dennoch doppelt so viele wie in China im selben Zeitraum.¹³³ Und während die Branche sich durch Platzhirsche wie SAP Ariba weiter konsolidiert, bietet die hohe Zahl an Start-ups im Bereich Beschaffung europäischen Unternehmen die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Innovationsmöglichkeiten zu wählen bzw. eigene Wege zu gehen, die ihnen helfen, ihre Leistungsfähigkeit im Bereich Beschaffung zu steigern. Eine gezielte Förderung von Start-ups innerhalb Europas sowie Innovationspartnerschaften gepaart mit der Übernahme außereuropäischer Start-ups durch hiesige Software- und Fertigungsunternehmen könnte die Wettbewerbsfähigkeit ganz Europas in diesem Sektor zusätzlich stärken.

Empfehlung 18: Smarte Beschaffung nachhaltig stärken. Europäische Unternehmen, darunter auch Marktführer SAP Ariba, sollten dazu angeregt werden, ein Ökosystem für Start-ups im Bereich smarte Beschaffung aufzubauen, die einzigartige Funktionalitäten in diesem Sektor bereitstellen können. Diese Aufgabe sollte durch Aktivitäten des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) sowie anwendungsorientierte Forschungsinstitutionen (z. B. Fraunhofer Institute) und deren europäischen Pendanten begleitet werden, um gemeinsame Forschungsrichtungen und virtuelle smarte Lieferkettendesigns und deren Erprobung zu koordinieren. Auch ist die Bereitstellung aggregierter smarterer Lieferanteninformationen sowie

von Handelsdaten der Finanzmärkte (z. B. von Termingeschäften) nicht nur zum Trainieren einer Künstlichen Intelligenz für das Lieferkettenmanagement, sondern auch für Denkfabriken und Regierungsbehörden sehr hilfreich, um wirtschaftliche Veränderungen und Trends frühzeitig zu verstehen und evidenzbasierte Entscheidungen treffen zu können.

Empfehlungen zu Governance (R1), (R8), (R13), (R18)



5.3 Datengetriebene Innovation der Geschäftsmodelle

Die meisten Unternehmen konzentrieren sich beim Einsatz von KI auf Bereiche, die Effizienzsteigerungen herbeiführen (siehe Kapitel 5.1 „Der Wandel der Förderlandschaft im kognitiven Zeitalter“). Dieser Ansatz beruht auf Strategien zur Kostenvermeidung und Kostenreduzierung. Zu wenige Unternehmen betrachten KI im Rahmen von Strategien zur Umsatzgenerierung, wo jedoch der größte Anteil der Wertschöpfung entsteht. Dort, wo sich dieses Verständnis durchzusetzen beginnt, begegnen wir neuen datengetriebenen Geschäftsmodellen anstelle von reinen Prozess- oder Produktverbesserungen. Diese Modelle gehen über die klassischen Geschäftsmodelle in traditionellen Wirtschaftssektoren, *business-to-customer* (B2C) und *business-to-business* (B2B), hinaus. In den Bereichen *e-commerce* (digitaler Handel), Versicherungen¹³⁴, Marketing oder *aftermarket-sales* in der Automobilindustrie¹³⁵ entwickeln sich bereits neue Modelle, die Unternehmen und Verbraucher gleichzeitig bedienen (*business-to-business-to-customer*, B2B2C). Gleichzeitig ermöglicht der zunehmende Einsatz von Blockchains eine *peer-to-peer*-(P2P)-Wertschöpfung bei gesichertem Schutz personenbezogener Daten und bietet Unternehmen in einigen Fällen auch die Möglichkeit, Lösungen für die Innovationsbedürfnisse von staatlichen Behörden zu bieten (B2G). Diese Akronyme erscheinen wenig mehr zu sein als hilfreiche Label, um Geschäftsmodelle zu beschreiben, doch sie zeigen einen Trend zu dynamischeren, web-basierten Wertschöpfungsmodellen, die die linearen Modelle traditioneller Wirtschaftsbereiche ergänzen und bereichern.

Die Verlagerung hin zu datengetriebenen Geschäftsmodellen vollzieht sich bereits, doch ihr Erfolg wird stark von der Konkurrenzfähigkeit europäischer Unternehmen gegenüber etablierten Technologieplattformen abhängen. Während die Überarbeitung von kartellrechtlichen Regulierungen (siehe DSA in Kapitel 2.2) und Mechanismen für den Datenaustausch (siehe Kapitel 3.1) die Wettbewerbsbedingungen zugunsten eines *level playing fields* angleichen könnten, müssen auch Geschäftsmodellinnovation unterstützt und ermöglicht werden, die es Innovatoren erlauben, Innovationen erfolgreich zu skalieren. Traditionelle B2B- oder B2C-Modelle sind von Natur aus linear: Informationen und physische Waren fließen von einer Hand in die andere. Mit dem Internet der Dinge und fortschrittlicher Datenanalyse als technologischer Grundlage für den Austausch, werden solche Barrieren in einem Geschäftsmodell aufgehoben, von dem die Autoren dieser Studie erwarten, dass es sich in Zukunft stark verbreiten wird: B2B2C. In einem B2B2C-Szenario verkauft Unternehmen A ein Produkt oder eine Dienstleistung an einen Dritten und gewinnt dabei Kunden und/oder Daten von Unternehmen B. Im Gegenzug kann Unternehmen A diese Kunden behalten und/oder diese Daten nutzen. In der Automobilbranche findet das B2B2C-Modell immer stärkere Verbreitung, denn es erlaubt zum einen sog. OEMs mit ihren Kunden in Kontakt zu bleiben und ihre Daten auszuwerten und zum anderen die Pflege von B2B-Beziehungen (z. B. mit ihren Vertriebsnetzwerken). Dieselben Grundprinzipien können leicht auf eine Reihe anderer linearer Branchen angewendet werden, z. B. die Landwirtschaft oder Medizingerätehersteller. So kann B2B2C richtig angewendet einer der effektivsten Wege sein, um Kunden zu gewinnen und eine leistungsstarke geschützte Datenbasis aufzubauen.¹³⁶ Auf diese Weise bietet das Geschäftsmodell europäischen Start-ups die Möglichkeit, mit etablierter und respektierter Firmen in ihrer Region zu kooperieren.

Bis vor wenigen Jahren spielte die zweite wichtige Geschäftsmodellinnovation, *peer-to-peer*- bzw. P2P-Modelle, lediglich eine Nischenrolle. Ein P2P-Unternehmen nutzt ein dezentralisiertes Geschäftsmodell, bei dem die Teilnehmer direkt miteinander interagieren, beispielsweise Privatpersonen, die sich gegenseitig Geld leihen. Mit der langsamen aber stetig zunehmenden Ver-

breitung von Blockchain-Verfahren müssen solche Geschäftsmodelle nicht notwendigerweise auf zentral gespeicherte Daten zurückgreifen. Ein Beispiel für ein P2P-Modell, das zwar nicht auf einem Blockchain-Verfahren basiert, bieten die aktuellen Apps zur Kontaktnachverfolgung, insbesondere die deutsche Corona-Warn-App, die Nutzerinnen- und Nutzerdaten nur lokal und nicht in einem zentralen Rechenzentrum speichert. Während dieses Modell natürlich die Wertschöpfung beschränkt, die Unternehmen aus der Arbeit mit Nutzerdaten generieren können, bietet es P2P-Unternehmen die Möglichkeit, sich das zunehmende Bewusstsein der Kunden für Datenschutz und den Schutz der Privatsphäre im digitalen Raum zunutze zu machen und neue Einnahmequellen zu erschließen, die jenseits der Monetarisierung von Nutzerinnen- und Nutzerdaten liegen.

Auch der Staat öffnet sich immer mehr für die Zusammenarbeit mit Entrepreneuren und Innovatoren und ebnet den Weg für *business to government*- und *government-to-business*-Geschäftsmodelle (B2G bzw. G2B), durch die die Schnelligkeit und Innovationskraft von Start-ups mit den Ressourcen und Mitteln der öffentlichen Hand kombiniert werden können.

Empfehlung 19: Entstehung von B2B2C- und P2P-Geschäftsmodellen fördern. Die Unterstützung von Start-ups sollte nicht allein auf Produktinnovation und die Anwendung fortschrittlicher Technologien, sondern auch auf die Veränderungskraft der zugrundeliegenden Geschäftsmodelle ausgerichtet werden, insbesondere auf B2B2C- und P2P-Modelle. Beide Modelle bieten Lösungen für Europas Herausforderung im Bereich Zugang zu Daten und liefern Antworten auf die hohen Standards in Europa, z. B. im Bereich des Schutzes der Privatsphäre. Die Erstellung eines Weißbuchs durch eine Arbeitsgruppe aus Professoren amerikanischer und britischer Wirtschaftshochschulen, Unternehmern und Wagniskapitalgebern, in dem Beispiele und Fallstudien von erfolgreichen und nicht erfolgreichen Modellen beschrieben werden, und die anschließende Verteilung eines solchen Weißbuchs an Entrepreneure in Europa könnte diesen Trend unterstützen.

Empfehlungen zu Kommerzialisierung (R5), (R11), (R12), (R17), (R19)



5.4 KI für das Gemeinwohl und die Rolle des öffentlichen Sektors und der Zivilgesellschaft

Obwohl KI bereits seit mehreren Jahrzehnten in unterschiedlicher Form existiert, haben viele Regierungen und Akteure der Zivilgesellschaft ihren Bekenntnissen zu einer Förderung und Nutzung von verantwortungsvoller KI für das Gemeinwohl bisher keine Taten folgen lassen. Diese Lücke hat dazu geführt, dass profitorientierte Unternehmen heute den bei weitem stärksten Einfluss auf Entwicklung und Anwendung dieser Technologien ausüben, und das auch im Bereich der öffentlichen Güter. Heute wird die Richtung, in der sich KI zum Wohle der Allgemeinheit weiterentwickelt, fast ausschließlich von Unternehmen der Privatwirtschaft vorgegeben. Das verdeutlichen Beispiele wie das AI for Good Program¹³⁷ von Google, die One Billion Lives Initiative¹³⁸ von SAP und eine Vielzahl an Initiativen von Microsoft (z. B. das Förderprogramm „KI für Barrierefreiheit“¹³⁹ zur Unterstützung von Menschen mit Behinderung durch Technologie und das Programm „AI for Health“¹⁴⁰, das gemeinnützige Organisationen, Forscher und Institutionen im Gesundheitswesen fördert). Erst in neuerer Zeit hat sich die internationale Landschaft der Akteure im Bereich *tech for good* gewandelt und hat durch Sozialunternehmer (z. B. das Global Innovation Gathering), Initiativen, die gemeinnützige Organisationen mit *data scientists* zusammenbringen (z. B. Data Science for Social Good¹⁴¹ und DataKind¹⁴²) und Foren, die internationale Akteure aus öffentlichem und privatem Sektor zusammenbringen lassen (z. B. der AI for Good Global Summit¹⁴³ der ITU) an Vielfalt gewonnen.

Der Staat und traditionelle Akteure der Zivilgesellschaft spielen jedoch in der Entwicklung und Anwendung von KI-gestützten Lösungen für das Gemeinwohl auch weiterhin bestenfalls eine Nebenrolle. Festverwurzelte Bestandssysteme, ganz besonders in den Institutionen fortschrittlicher Volkswirtschaften wie der EU, und eingeschränkte Denkweisen, die Digitalisierung als isolierte IT-Funktion und nicht als einen bereichsübergreifenden Prozess verstehen, zählen zu den größten Hürden für die Digitalisierung im öffentlichen Sektor. Nicht selten kommt es vor, dass

bei Projekten, die an große Technologieunternehmen vergeben werden, die Rolle der Benutzer (also der Bürgerinnen und Bürger) nicht richtig verstanden wird und der Umfang der organisatorischen Veränderung unterschätzt wird, die eine Digitalisierung erfordert. Weiterhin ist zu beobachten, dass oft digitale Kompetenzen fehlen, um KI richtig anzuwenden oder der Projektumfang zu ambitioniert geplant ist. Einrichtungen der öffentlichen Hand dürfen die Verantwortung für die Veränderung ihrer internen Prozesse nicht länger nach außen verlagern. Doch um die Last dieser Aufgabe selbst tragen zu können, müssen sich Denkweisen und institutionelle Kulturen verändern.

Deshalb muss der öffentliche Sektor im neu entstehenden Ökosystem eine facettenreiche Rolle einnehmen – als Kunde, aber auch als sachkundige Vermittlerin, Projektüberwacher und als „Möglichmacherin“ (enabler) eines echten Wettbewerbs.¹⁴⁴ Mehr noch als in anderen Sektoren ist es Voraussetzung für einen erfolgreichen Wandel, dass Einrichtungen der öffentlichen Hand ihre Organisationsstrukturen verändern und attraktiver für Technologieexpertinnen und -experten werden. Insbesondere müssen Verfahren neu- und umgestaltet werden, bevor sie digitalisiert werden. Dazu müssen menschenzentrierte Methoden in der Gestaltung von Dienstleistungen wie beispielsweise *Design Thinking* eingeführt und die Betonung des Verwaltungshandelns von den *Pflichten* der Bürgerinnen und Bürger auf deren *Bedürfnisse* verlagert werden.¹⁴⁵ Anders als bei kommerziellen Unternehmen müssen die Dienstleistungen öffentlicher Einrichtungen für alle Nutzerinnen und Nutzer zugänglich sein, auch für Randgruppen und „Extremnutzer“ am äußersten Rand des Spektrums der Anforderungen für Produkte und Dienstleistungen, was wirksame KI-Governance-Mechanismen (siehe Kapitel 3.3) umso notwendiger macht.

Die Zivilgesellschaft kann durch ihre Fähigkeit, Bereiche aufzuzeigen, in denen KI allen Teilen der Gesellschaft Nutzen bringen kann, und auf Gefahren aufmerksam zu machen, die sonst vielleicht übersehen würden, eine wichtige Perspektive für die Entwicklung und die Implementierung von KI-Systemen bieten. Auch die

Zivilgesellschaft selbst kann von KI-Systemen profitieren und sollte nach Möglichkeiten suchen, die Vorteile neuer Technologien für die Menschen zugänglich zu machen, die sie vertritt und als Lösung für die Probleme in Betracht zu ziehen, mit denen sie sich beschäftigt. Jedoch konzentriert sich die Zivilgesellschaft bisher vorrangig auf Fragen der Regulierung von KI.¹⁴⁶ Eine Reihe von wissenschaftlichen Einrichtungen und NGOs beginnen jedoch, die Lücken zu füllen, darunter eine Gruppe von Organisationen, die ein transatlantisches Ökosystem digitaler Rechte bilden. Dazu zählen internationale Berufs- und Branchenverbände wie das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)¹⁴⁷, die Partnership on AI for the Benefit of People and Society (PAI)¹⁴⁸ und das Open AI Institute¹⁴⁹. Aber auch traditionellere NGOs wie die Electronic Frontier Foundation (EFF), die American Civil Liberties Union (ACLU), Bits of Freedom¹⁵⁰ (Niederlande), die Open Rights Group¹⁵¹ (Vereinigtes Königreich), die Association for Technology and Internet¹⁵² (ApTI, Rumänien), der Chaos Computer Club,¹⁵³ Netzpolitik.org¹⁵⁴ (Deutschland) und DFRI¹⁵⁵ (Schweden) sind hier zu nennen. Außerdem zählen wissenschaftliche Institute wie das Markkula Center¹⁵⁶ zu dieser Gruppe. Viele dieser Organisationen sind Mitglieder von European Digital Rights (EDRI)¹⁵⁷, einer Vereinigung von Bürgerrechtsorganisationen mit Sitz in Brüssel, die sich seit ihrer Gründung im Jahr 2002 auf überstaatlicher Ebene für digitale Rechte und Freiheiten einsetzt. Die meisten der europäischen Organisationen haben sich im Vergleich zu ihren Kollegen in den USA eher wenig an den Diskussionen über ethische Grundsätze bei KI beteiligt, dafür sind sie deutlich erfolgreicher darin, Unternehmen für ihre Nutzung von personenbezogenen Daten zur Rechenschaft zu ziehen. So hat die Klage des österreichischen Aktivisten Max Schrems gegen Facebook im Jahr 2013 dazu geführt, dass das transatlantische Datenschutz-Abkommen Safe Harbor später für ungültig erklärt wurde. Eine weitere Klage von Max Schrems hat außerdem dazu geführt, dass auch das transatlantische Datenschutz-Abkommen Privacy Shield (Nachfolge von Safe Harbor) mittlerweile gekippt wurde. Doch die Fokussierung der Zivilgesellschaft auf die Regulierung von KI scheint auf Kosten möglicher Bemühungen gegangen zu sein, den potenziell großen Nutzen zu fördern, den die

Anwendung dieser Technologie bringen kann. Das ist eine wichtige verpasste Gelegenheit, die durch den Mangel an KI- und *Data-Science*-Expertinnen und Experten noch verstärkt wird, die es eher in hochbezahlte Jobs in der Privatwirtschaft zieht als in den öffentlichen Sektor oder zu den Initiativen der Zivilgesellschaft.

Empfehlung 20: KI für das Gemeinwohl fördern. Im Gesundheitswesen, beim Klimawandel, in der Bildung oder dem Schutz der Umwelt und natürlicher Ressourcen oder in anderen von der Privatwirtschaft vernachlässigten Bereichen kann KI eine wichtige Rolle einnehmen. Ein Dialog über KI für das Gemeinwohl sollte durch Allianzen zwischen „AI for Good“-Initiativen der EU, Kanada und den USA gestützt werden, die bereits Teil des Dialogs der G7/GPAI (Global Partnership on Artificial Intelligence) sind. Für die Entwicklung KI-gestützter Lösungen für das Gemeinwohl müssen Akteure des öffentlichen Sektors und der Zivilgesellschaft dazu in der Lage sein, Bereiche zu identifizieren, in denen KI angewendet werden kann und Anforderungen für die Entwicklung von Lösungen zu formulieren (z. B. Daten, Rechenleistung, *last-mile-support* usw.). Weiterhin müssen sie befähigt sein, ihre eigenen Governance-Systeme zu entwickeln, um negative Nebeneffekte zu vermeiden. Dabei müssen die messbaren Vorteile solcher Vorhaben wissenschaftlich untersucht und klar formuliert werden, damit sie in Zeiten, in denen die Mittel von Wiederaufbaufonds und Förderprogrammen knapp werden, nicht als leichtfertige Ausgaben missverstanden werden. Ganz im Gegenteil kann KI für das Gemeinwohl dabei helfen, die Effizienz in unterschiedlichen Bereichen der Gesellschaft zu steigern und knappe Ressourcen zu schonen, um sie dort einzusetzen, wo sie in diesen schwierigen Zeiten am meisten gebraucht werden.

Um dies zu erreichen, müssen Zivilgesellschaft und öffentlicher Sektor neue Rollen einnehmen. Neben ihren Aufgaben als Wächterinnen, Fürsprecher und Dienstleisterinnen müssen sie KI und dessen positives und negatives Potenzial besser verstehen. Dazu wird KI-spezifische Expertise ebenso benötigt wie der politische Wille, die Entwicklung innovativer Technologien und digitaler Innovationen für diese Bereiche zu fördern.

Darüber hinaus müssen aber auch noch weitere Akteure involviert werden, die weitere Kompetenzen und Werkzeuge ergänzend einbringen können. Dazu bietet sich eine Plattform an, die KI-Expertinnen und Experten an den Hochschulen und globale Plattformen sowie Fachleute für Strategie und Politik in Denkfabriken mit Datenanalyseanbietern und ihren Datenpools ebenso zusammenbringt wie Vertreterinnen und Ver-

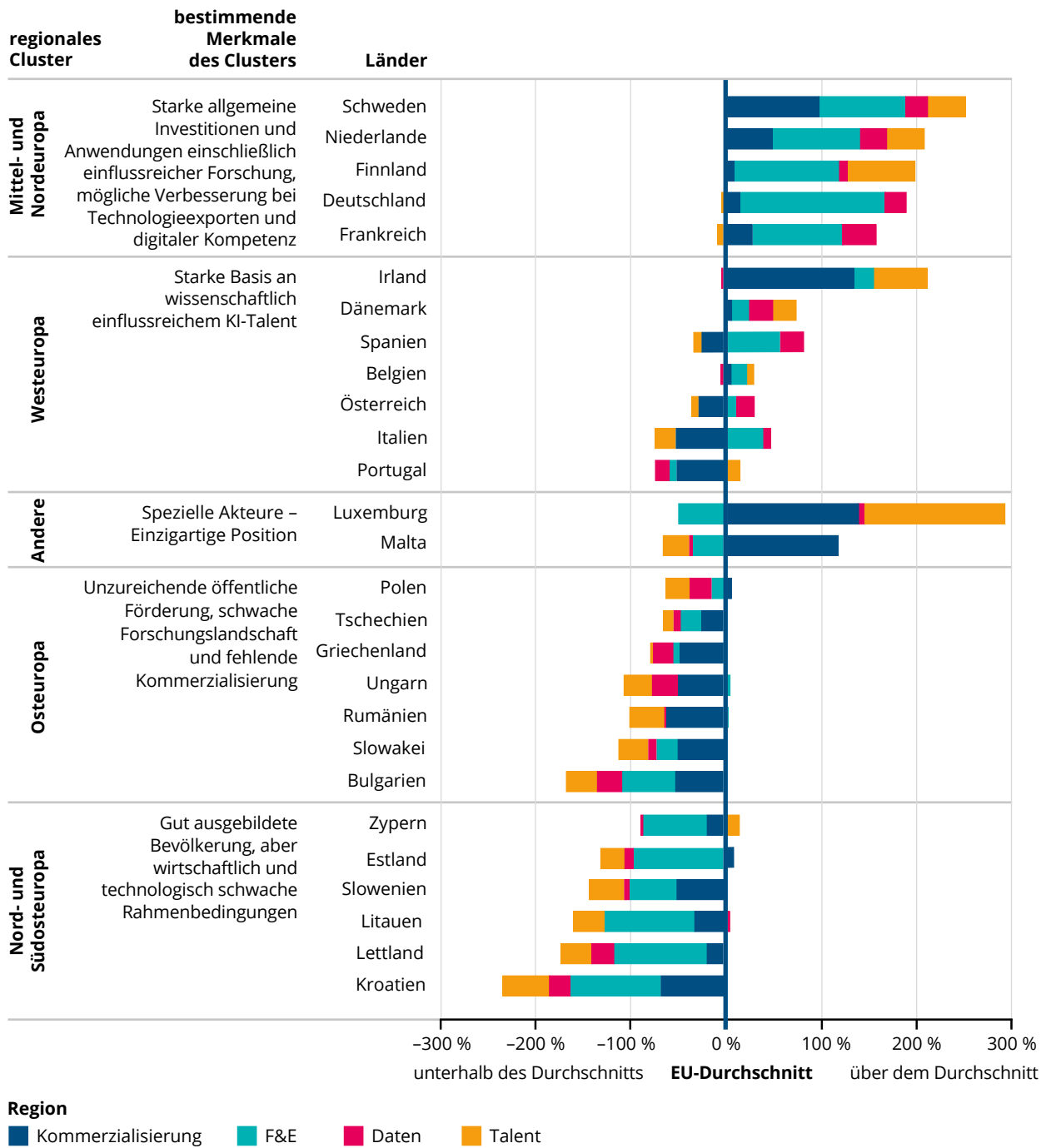
treter von Interessengruppen Schutzbedürftiger, die KI-gestützte Lösungen für das Gemeinwohl benötigen. Wir schlagen vor, sich zunächst auf den Klimaschutz oder Problemstellungen der Infrastruktur zu konzentrieren, da diese Themen in Europa den größten Konsens finden.

*Empfehlungen zu Partnerschaften
(R3), (R6), (R7), (R9), (R10), (R20)*



Aufgeschlüsselte Leistungsfähigkeit des KI-Innovationsökosystems verschiedener europäischer Länder geordnet nach Clustern und gemessen am EU-Durchschnitt

Die Grafik zeigt in Prozent, wie weit über oder unter dem EU-Durchschnitt (0 %) die Leistungsfähigkeit einzelner KI-Innovationsökosysteme von EU-Ländern (und Cluster) liegt, gemessen entlang verschiedener Faktoren (Kommerzialisierung, Forschung & Entwicklung, Daten, Talent).



- 120 Cabinet Office (2020): Society 5.0, in: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 121 Tse (2019): Four reasons why your business isn't using AI. California Review Management, in: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 122 The Economist (2020): A deluge of data is giving rise to a new economy, in: <https://www.economist.com/special-report/2020/02/20/a-deluge-of-data-is-giving-rise-to-a-new-economy> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 123 Davenport und Ronanki (2018): Artificial Intelligence for the real world. Harvard Business Review, in: <https://hbr.org/2018/01/artificial-intelligence-for-the-real-world> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 124 Chui, Henke, Miremadi (2019): Most of AI's businesses uses will be in two areas. Harvard Business Review. McKinsey & Company, in: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/most-of-ai-business-uses-will-be-in-two-areas> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 125 Chui, Henke, Miremadi (2019): Most of AI's businesses uses will be in two areas. Harvard Business Review. McKinsey & Company, in: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/most-of-ai-business-uses-will-be-in-two-areas> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 126 Analyse basierend auf Daten von CB Insights.
- 127 Das Ziel des FIRRMA ist es, die Möglichkeiten von Beteiligungen an US-Unternehmen, die für kritische Technologien relevant sind, die die nationale Sicherheit betreffen, für Ausländinvestoren auch bei Minderheitsbeteiligungen zu beschränken. Entsprechende Beteiligungen und Übernahmen werden vom Committee on Foreign Investment geprüft. Die Prüfung des Investitionsrisikos wird ausgeweitet und beinhaltet auch Minderheitsbeteiligungen in neue und grundlegende Technologien, die die nationale Sicherheit betreffen. Es ist wahrscheinlich, dass Unternehmen im Bereich KI und Robotik in Einzelfällen in diese Kategorie fallen. Dieser Treiber für KI-Investition und -Verbreitung könnte sich negativ auswirken und chinesische Investitionen in den USA verlangsamen. Andererseits könnte er auch eine positive und risikomindernde Wirkung entfalten und die Verbreitung stützen. Dies bleibt abzuwarten.
- 128 CB Insights (2020): The 2019 Global CVC Report.
- 129 Weltwirtschaftsforum (2015): Collaborative innovation: Transforming business, driving growth, in: www3.weforum.org/docs/WEF_Collaborative_Innovation_report_2015.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 130 Wangermann, T. (2020): KI in KMU, online unter: <https://www.kas.de/de/analysen-und-argumente/detail/-/content/ki-in-kmu> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 131 Bain and Company (2018): How digital tools are transforming procurement, in: <https://www.bain.com/insights/digital-procurement-infographic/> [2.11.2020].
- 132 In: <https://www.gartner.com/en/documents/3953781/magic-quadrant-for-procure-to-pay-suites> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 133 Nougues und Rousselle (2018): Innovative start-ups are shaping the future of procurement. Oliver Wyman, in: <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2018/jul/innovative-start-ups-are-shaping-the-future-of-procurement.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 134 Fell, Kottmann, Renaudeau (2016): Insurance inside: The new era of B2B2C insurance. Oliver Wyman, in: <https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2016/nov/Oliver-Wyman-Insurance-Inside-The-New-Era-of-B2B2C-Insurance.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 135 Lomate und Ramachandran (2019): B2B2C: The future of customer engagement. Infosys, in: <https://www.infosys.com/about/knowledge-institute/insights/Documents/future-customer-engagement.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 136 Rampell (2020): On B2B2C business models. Andreessen Horowitz, in: <https://a16z.com/2018/05/17/b2b2c-business-models-rampell/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 137 Google (o. J.). AI for Social Good, in: <https://ai.google/social-good/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 138 SAP (o. J.): One Billion Lives, in: <https://www.sap.com/corporate/en/company/innovation/one-billion-lives.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 139 Microsoft (o. J.): AI for accessibility, in: <https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-for-accessibility> [2.11.2020].
- 140 Microsoft (o. J.): AI for health, in: <https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-for-health> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 141 Data Science for Social Good, in: <https://dssg-berlin.org/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 142 DataKind, in: <https://www.datakind.org/> [2.11.2020].
- 143 ITU AI for Good Global Summit, in: <https://aiforgood.itu.int/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 144 Filer (2019): Why the 'government' in govtech must be more than just a client. NS Tech, in: <https://tech.newstatesman.com/guest-opinion/govtech-definition-government-client> [2.11.2020].
- 145 Straube, Gimpel, Carrier (2017): Bürgernähe als Chance. Public Service Lab, in: <https://medium.com/public-service-lab/b%C3%BCrgern%C3%A4he-als-chance-68383480aec> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 146 In den USA sind normative ethische Grundsätze und Antworten auf Herausforderungen – insbesondere solcher, die aus übermäßiger Regierungsmacht auf lokalen und bundesstaatlichen Ebenen resultieren – die zentralen Themen der Diskussion. In Europa konzentriert sich die Debatte stärker auf die Rolle von Staat und Regulierungen als Gegengewicht zum Einfluss der Unternehmen.
- 147 IEEE (2020): A statement from the President, Past-President and President-Elect of IEEE, in: <https://www.ieee.org/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 148 Partnership on AI (2020): Research, publications & initiatives, in: <https://www.partnershiponai.org/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 149 Open AI (2020): Discovering and enacting the path to safe artificial general intelligence, in: <https://openai.com/> [2.11.2020].
- 150 Bits of Freedom (2020): About Bits of Freedom, in: <https://www.bitsoffreedom.nl/english/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 151 Open Rights Group (2020): Join ORG, in: <https://www.openrightsgroup.org/> [letzter Abruf: 2.11.2020].

-
- 152 ApTI (2020): About ApTI, in: <https://www.apti.ro/apti-english> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 153 Chaos Computer Club (2020): Home, in: <https://www.ccc.de/en/home>.
- 154 Netzpolitik (2020). Home, in: <https://netzpolitik.org/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 155 DFRI (2020): About DFRI, in: <https://www.dfri.se/dfri/?lang=en> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 156 Markkula Center for Applied Ethics (2020): Voting for ethics, in: <https://www.scu.edu/ethics/> [letzter Abruf: 2.11.2020].
- 157 EDRI (2020): Who we are, in: <https://edri.org/about-us/who-we-are/> [2.11.2020].



6. Methoden und Anmerkungen zur Analyse

Dieser Bericht beinhaltet eine Analyse der gesammelten Daten und der Techniken zur Clusterbildung, die in der Analyse der Länder der EU im Unterkapitel „ÜBERBLICK: KI in den EU-Mitgliedsstaaten – kein einheitliches Bild“ sowie innerhalb des Berichts angewendet wurden. EU-Länder sind definiert als offizielle Mitgliedsländer der EU mit Stand vom Juli 2020, d. h. ohne das Vereinigte Königreich. Der Datensatz besteht aus unterschiedlichen Arten von Daten: Indices, Zählungen, Daten pro Kopf, Währung und gewichteten Mittelwerten für einen Bereich. Die zusammengestellten Daten sind eine aussagekräftige Auswahl eines breiteren Datensatzes, wobei Datentypen ausgeschlossen wurden, die auch fehlende Werte aufwiesen. Das Diagramm „Relative Abweichung der EU-Länder zum EU-Durchschnitt in ausgewählten KI-Prioritätssegmenten nach Ländercluster“ zeigt, wie weit oberhalb oder unterhalb sich ein EU-Land im Verhältnis zum EU-Durchschnitt positioniert. Als Prioritätssegmente wurden Talent, Daten, Forschung und Entwicklung (F&E) sowie Kommerzialisierung ausgewählt. Das Segment „Talent“ beinhaltet die folgenden Variablen:

„Digitale Kompetenzen“ und „Kompetenzen für die zukünftige Arbeitswelt“. Das Segment „F&E“ beinhaltet die Variablen „Zahl der veröffentlichten KI-Forschungsarbeiten je Forscherin“ und „H-Index“. Das Segment „Daten“ beinhaltet die Variable „Internetnutzer-Dichte“. Das Segment „Kommerzialisierung“ beinhaltet die Variablen „KI-Förderdichte“, „Technologieinvestitionen nach Unternehmen“ und „High-Tech-Exporte“. Um die Interpretation der Visualisierung zu erleichtern und gleichzeitig verschiedene Maßstäbe abzubilden, wurde jede Variable so berechnet, dass sie die relative Abweichung zum Durchschnitt aller EU-Länder abbildet. Die berechneten Werte zeigen den prozentualen Unterschied zum Durchschnitt. Berechnung: $((\text{Wert}-\text{Mittelwert})/\text{Durchschnitt})$. Die Segmente Talent, Daten, F&E und Kommerzialisierung geben den Mittelwert der prozentualen Veränderung der beinhalteten Variablen gegenüber dem EU-Durchschnitt an.

Für die Clusterbildung der EU-Länder im Unterkapitel „ÜBERBLICK: KI in den EU-Mitgliedsstaaten – kein einheitliches Bild“ wurden die jeweiligen

Länder in Kategorien zusammengefasst, um einen umfassenden aber dennoch verständlichen Überblick über den Status quo der Europäischen Union zu bieten. Um aussagekräftige Erkenntnisse zu gewinnen, wurden die Daten normalisiert, um eine Vergleichbarkeit zwischen Werten unterschiedlicher Maßstäbe herzustellen. Alle Maßstäbe sind positiv, da sie steigen, je „besser“ die Werte ausfallen. Berechnung der Normalisierung:

$$\frac{(\text{Wert}-\text{Min.})}{(\text{Max.}-\text{Min.})} * 100.$$

Die Cluster wurden auf Basis der Mittelwerte der Beobachtungen gebildet, die den Cluster-Zentren am nächsten sind, eine als k-Means-Algorithmus bekannte Methode und ein Verfahren der Vektorquantisierung. Um die Cluster auszuwerten, wurden die Beobachtungen in den Dimensionen auf sich ergebende Hauptkomponenten reduziert. Um die Merkmale der einzelnen Cluster abzuleiten, wurden die Variablenvektoren, die zu den Hauptkomponenten beitragen, zugeordnet. Anschließend kann der Einfluss, den jeder Variablenvektor zur Hauptkomponente beiträgt, identifiziert werden.

Dieser Bericht enthält weitere Diagramme. Diese Diagramme zeigen den vollständigen, unverarbeiteten Wert jeder Kennzahl bezogen auf ein Land, wie nachfolgend definiert.

6.1 Definitionen und Quellen

Für diesen Bericht wurden ausschließlich öffentlich verfügbare Sekundärdaten zusammengetragen.

IKT-Regulierung

Kombinierte Kennzahl auf einer Skala von 0 (Min.) bis 100 (Max.) basierend auf dem *ICT Regulatory Tracker* der *International Telecommunications Union*. Standardisiert auf 0–2.

Quelle: Portulans Institute, World Information Technology and Services Alliance; The Network Readiness Index, 2019 in: <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020] basierend auf Daten bereitgestellt durch die International Telecommunication Union (ITU), ICT Regulatory Tracker,

2018 in: <https://www.itu.int/net4/itu-d/irt/#/tracker-by-country/regulatory-tracker/2018> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Cybersicherheit

Kombinierte Kennzahl auf einer Skala von 0 (Min.) bis 100 (Max.) basierend auf dem *Global Security Index (GCI)* der *International Telecommunications Union*. Standardisiert auf 0–1.

Quelle: Portulans Institute, World Information Technology and Services Alliance; *The Network Readiness Index*, 2019 in: <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020] basierend auf Daten bereitgestellt durch die *International Telecommunications Union (ITU)*, *Global Cybersecurity Index*, 2018 in: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GCI.01-2018-PDF-E.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].

Rechtsrahmen Digitalunternehmen

Gewichteter Mittelwert zum *Executive Opinion Survey* auf einer Skala von 0 (Min.) bis 100 (Max.) des Weltwirtschaftsforums. Antwort auf die Frage: „In your country, how fast is the legal framework of your country adapting to digital business models (e. g. e-commerce, sharing economy, fintech, etc.)?“ [1 = not fast at all; 7 = very fast]

Quelle: Weltwirtschaftsforum, The Global Competitiveness Report, 2019 in: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].

Internetnutzer-Dichte

Internetnutzer pro Kopf. Berechnung: $\text{InternetnutzerDichte} = \frac{\text{Internetnutzer}}{\text{Bevölkerung}}$. Sowohl Bevölkerungszahl je Land als auch Zahl der Internetnutzer je Land bereitgestellt von Internet World Stats.

Quelle: Internet World Stats, Internet Usage in European Union, 2019 in: <https://www.internetworldstats.com/stats9.htm#eu> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Supercomputer

Zahl der Supercomputer je Land wie von *Top500* ermittelt. Erforderliche Mindestkapazität der Rechenleistung von 1,14 PetaFLOPS, das entspricht 1,14 Milliarden Gleitkommaoperationen

pro Sekunde.

Quelle: Top500, 2019 (<https://www.top500.org/lists/top500/2019/11/>) [letzter Abruf: 2.11.2020].

F&E Top 1000 IT-Unternehmen

Ausgaben für F&E in Milliarden USD von weltweit 1.000 börsennotierten Unternehmen.

Quelle: Strategy &, The Global Innovation 1000 study, 2018. in: <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/innovation1000.html> [letzter Abruf: 2.11.2020].

KI-Forscherdichte

KI-Forscher pro Kopf. Berechnung: *KI Forscherdichte = KIForscher/Bevölkerung*.

KI-Forscher definiert als eine Person, die an einer Auswahl von 21 KI-Konferenzen im Jahr 2018 als Vortragsredner teilgenommen hat. Gesamtzahl der ausgewiesenen Personen beläuft sich auf 22.400, entsprechend den Angaben von Gagne, J im Jahr 2019. Bevölkerungszahl bereitgestellt von Internet World Stats, 2019.

Quellen: Gagne, J, Global AI Talent Report, 2019 in: <https://jfgagne.ai/talent-2019/> [letzter Abruf: 2.11.2020], Internet World Stats, 2019 in: <https://www.internetworldstats.com/stats9.htm#eu> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Zahl der KI-Forschungsarbeiten

Zahl der Forschungsarbeiten entsprechend der Datenbank SCOPUS, gehostet von *Elsevier* und bereitgestellt in *SCImago Journal & Country Rank*. Gesamtzahl der dem Forschungsfeld „Artificial Intelligence“ zugeordneten Veröffentlichungen von 1966 bis 2018.

Quelle: SCImago Journal Rank, 2018 in: <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Zahl der veröffentlichten

KI-Forschungsarbeiten je Forscher

Zahl der KI-Forschungsarbeiten (siehe 6.1.8) je KI-Forscherin und KI-Forscher. Berechnung: *Zahl KI-Forschungsarbeiten je Forscherin = Zahl KI-Forschungsarbeiten/Zahl KI-Forscher*. KI-Forscherin definiert als eine Person, die an einer KI-Konferenz im Jahr 2018 als Vortragsredner teilgenommen hat. Gesamtzahl der ausgewiesenen Personen beläuft sich auf 5.400, entsprechend den Angaben von Gagne, J im Jahr 2019.

Quelle: SCImago Journal Rank, 2018 in: <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702> [letzter Abruf: 2.11.2020]. Gagne, J, Global AI Talent Report, 2019 in: (<https://jfgagne.ai/talent-2019/>) [letzter Abruf: 2.11.2020].

H-Index

Index, der das Verhältnis der Zitierhäufigkeit von Veröffentlichungen eines Autors/einer Autorin zur Anzahl der Zitierungen einzelner Veröffentlichungen des Autors angibt. Angaben bereitgestellt von SCImago Journal basierend auf Publikationen von 1966 bis 2018.

Quelle: SCImago Journal Rank, 2018 (<https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702>) [letzter Abruf: 2.11.2020].

Einfluss der Veröffentlichung

Field-Weighted Citation Impact (FWCI) berechnet auf Basis des Vergleichs der Anzahl tatsächlich erreichter Zitierungen mit der Anzahl erwarteter Zitierungen für Veröffentlichungen desselben Typs, mit demselben Erscheinungsjahr und zum selben Forschungsfeld, bereitgestellt von SCImago Journal.

Quelle: SCImago Journal Rank, 2018 in: <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Digitale Kompetenzen

Gewichteter Mittelwert zum *Executive Opinion Survey* auf einer Skala von 0 (Min.) bis 100 (Max.) des Weltwirtschaftsforums. Antwort auf die Frage: „In your country, to what extent does the active population possess sufficient digital skills (e. g. computer skills, basic coding, digital reading)?“ [1 = not all; 7 = to a great extent]

Quelle: Weltwirtschaftsforum, The Global Competitiveness Report, 2019 in: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].

Kompetenzen für die zukünftige Arbeitswelt

Gewichteter Mittelwert zum *Executive Opinion Survey* auf einer Skala von 0 (Min.) bis 100 (Max.) des Weltwirtschaftsforums. Antwort auf die Frage: „In your country, how do you assess the style of teaching?“ [1 = frontal, teacher based, and focused on memorizing; 7 = encourages creative and critical individual thinking]

Quelle: Weltwirtschaftsforum, The Global Competitiveness Report, 2019 in: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf [letzter Abruf: 2.11.2020].

KI-Fachkräftedichte

KI-Fachkräfte pro Kopf. Berechnung: $KIFachkräftedichte = KIFachkräfte/Bevölkerung$.

KI-Fachkraft definiert als nach eigener Angabe berufstätige Person mit einem Dokortitel und einer der folgenden, im globalen Karrierenetzwerk LinkedIn selbst gewählten Berufsbezeichnungen: „data scientist“, „research scientist“, „machine learning engineer“, „machine learning researcher“ oder „data analyst“. Gesamtzahl der ausgewiesenen Personen beläuft sich auf 36.524, entsprechend den Angaben von Gagne, J im Jahr 2019. Bevölkerungszahl bereitgestellt von Internet World Stats, 2019.

Quellen: Gagne, J, Global AI Talent Report, 2019 in: <https://jfgagne.ai/talent-2019/> [letzter Abruf: 2.11.2020], Internet World Stats, 2019 in: <https://www.internetworldstats.com/stats9.htm#eu> [letzter Abruf: 2.11.2020].

KI-Förderdichte

Förderung aller privaten KI-Start-ups von 2016 bis 2020 pro Kopf in USD. Berechnung: $KIFachkräftedichte = KIFachkräfte/Bevölkerung$. KI-Start-up entsprechend Analyse von *CB Insights* über Marktsektoren und Branchen. Nur abgeschlossene Förderung für private Unternehmen, keine Verschuldung oder Kredite und keine staatliche Förderung.

Quelle: CB Insights, The 2019 Global CVC Report, 2019 in: <https://www.cbinsights.com/research/report/corporate-venture-capital-trends-2019/> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Technologieinvestitionen nach Unternehmen

Gewichteter Mittelwert zum *Executive Opinion Survey* auf einer Skala von 0 (Min.) bis 100 (Max.) des Weltwirtschaftsforums. Antwort auf die Frage: „In your country, to what extent do companies invest in emerging technologies (e. g. Internet of Things, advanced analytics and artificial intelligence, augmented virtual reality and wearables, advanced robotics, 3D printing)?“ [1 = not at all; 7 = to a great extent]

Quelle: Portulans Institute, World Information Technology and Services Alliance;

The Network Readiness Index, 2019 in: <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020] basierend auf Daten bereitgestellt durch das Weltwirtschaftsforum, Executive Opinion Survey 2016–2017 in: <http://reports.weforum.org> [letzter Abruf: 2.11.2020].

High-Tech-Exporte

Exporte gefertigter High-Tech-Produkte als Prozentsatz aller gefertigten Waren in 2018.

Quelle: Portulans Institute, World Information Technology and Services Alliance; The Network Readiness Index, 2019 in: <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020] basierend auf Daten bereitgestellt durch die World Bank, World Development Indicators in: <http://data.worldbank.org/data-catalog/worlddevelopment-indicators> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Softwareausgaben

Gesamtausgaben für Computersoftware in Prozent des Bruttoinlandsprodukts im Jahr 2018.

Quelle: Portulans Institute, World Information Technology and Services Alliance; The Network Readiness Index, 2019 (<https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf>) basierend auf Daten bereitgestellt durch IHS Markit, Information and Communication Technology Database in: <https://www.ih.com/index.html> [letzter Abruf: 2.11.2020], bezogen von INSEAD, Cornell University und World Intellectual Property Organization, The Global Innovation Index 2019 in: <https://www.globalinnovationindex.org> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Roboterdichte

Anzahl der Roboter in Betrieb je 10.000 Mitarbeiter in der Fertigungsindustrie.

Quelle: Portulans Institute, World Information Technology and Services Alliance; The Network Readiness Index, 2019 in: <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020] basierend auf Daten bereitgestellt durch

die International Federation of Robotics in: IFR, <https://ifr.org> [2.11.2020]. Fehlende Werte bezogen von der International Labour Organization, ILOSTAT in: <https://ilostat.ilo.org/> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Öffentliche Beschaffung von fortschrittlicher Technologie in 2019

Gewichteter Mittelwert zum *Executive Opinion Survey* auf einer Skala von 0 (Min.) bis 100 (Max.) des Weltwirtschaftsforums. Antwort auf die Frage: „In your country, to what extent do government purchasing decisions foster innovation?“ [1 = not at all; 7 = to a great extent]

Quelle: Portulans Institute, World Information Technology and Services Alliance; The Network Readiness Index, 2019 in: <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf> [letzter Abruf: 2.11.2020] basierend auf Daten bereitgestellt durch das Weltwirtschaftsforum, Executive Opinion Survey 2016–2017 in: <http://reports.weforum.org> [letzter Abruf: 2.11.2020].

IKT-Nutzung und -Effizienz

Gewichteter Mittelwert zum *Executive Opinion Survey* auf einer Skala von 0 (Min.) bis 100 (Max.) des Weltwirtschaftsforums. Antwort auf die Frage: „In your country, to what extent does the use of ICTs by the government improve the quality of government services to the population?“ [1 = not at all; 7 = to a great extent]

Quelle: Portulans Institute, World Information Technology and Services Alliance; The Network Readiness Index, 2019 (<https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf>) basierend auf Daten bereitgestellt durch das Weltwirtschaftsforum, Executive Opinion Survey 2016–2017 in: <http://reports.weforum.org> [letzter Abruf: 2.11.2020].

Impressum

Herausgeberin

Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. 2021, Berlin

Autoren

Dr. Olaf Groth ist Professor für Weltwirtschaft, Strategie und Innovation an der HULT IBS und CEO von Cambrian.ai.

Tobias Straube, Principal der Cambrian Group und Senior Analyst.

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

<https://cambrian.ai>, Twitter: @AICambrian

Verantwortliche und Ansprechpartner für die Studie bei der Konrad-Adenauer-Stiftung e.V.

Sebastian Weise

Globale Innovationspolitik

Klingelhöfer Straße 23

10785 Berlin

T +49 30 / 269 96-3732

Jason Chumtong

Künstliche Intelligenz

Klingelhöfer Straße 23

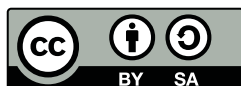
10785 Berlin

T +49 30 / 269 96-3989

Umschlagfoto: © NASA Earth Observatory images by Joshua Stevens, using Suomi NPP VIIRS data from Miguel Román, NASA's Goddard Space Flight Center; Kirsty Pargeter/Vecteezy.com

Bildnachweise: S. 7 © jamesteohart/ iStock by getty images; Alexrk2/Wikimedia Commons, S. 22 © DKosig/ iStock by getty images; Alexrk2/Wikimedia Commons, S. 30 © iStock by piranka/getty images; Alexrk2/Wikimedia Commons, S. 41 © Quardia/shutterstock; Alexrk2/Wikimedia Commons, S. 49 © DamienArt/shutterstock; Alexrk2/Wikimedia Commons, S. 57 © your123/Adobe Stock; Alexrk2/Wikimedia Commons

Gestaltung und Satz: yellow too Pasiak Horntrich GbR



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

ISBN 978-3-95721-853-7

Im Jahr 2017 legte Finnland als erstes europäisches Land eine eigene KI-Strategie vor. Mittlerweile haben 22 Länder und auch die EU selbst ein solches Dokument vorgelegt. Die Marschrichtung ist klar: Europa will die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Potenziale von Künstlicher Intelligenz (KI) nutzen und zu einer international führenden KI-Region werden. Vor diesem Hintergrund analysiert die vorliegende Studie die tatsächliche Leistungsfähigkeit des europäischen KI-Innovationsökosystems und arbeitet bedeutende Trends im Bereich Künstliche Intelligenz heraus. Hierauf aufbauend werden eine Vielzahl von Handlungsempfehlungen vorgelegt, damit Europa tatsächlich ein weltweit führender KI-Standort wird.