

Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz

Teil 1



Impressum

Herausgeberin:

Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. 2018, Sankt Augustin/Berlin

Autoren

Dr. Olaf J. Groth, CEO & Managing Partner
Dr. Mark Nitzberg, Principal & Chief Scientist
Dan Zehr, Editor-in-Chief

Tobias Straube, Projektleitung und Senior-Analyst
Toni Kaatz-Dubberke, Senior-Analyst

Cambrian LLC, 2381 Eunice Street, Berkeley CA 94708-1644, United States
<https://cambrian.ai>, Twitter: @AICambrian

Redaktion und Ansprechpartner in der Konrad-Adenauer-Stiftung

David Gregosz
Koordinator für Internationale Wirtschaftspolitik
Hauptabteilung Europäische und Internationale
Zusammenarbeit

Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.	Post: 10907 Berlin
Büro: Klingelhöferstraße 23	T +49 30 / 269 96-3516
10785 Berlin	F +49 30 / 269 96-3551

Umschlagfoto: © PhonlamaiPhoto/fanjianhua (istockphoto by Getty Images)
Gestaltung und Satz: yellow too Pasiek Horntrich GbR
Die Printausgabe wurde bei der Druckerei Kern GmbH, Bexbach, klimaneutral
produziert und auf FSC-zertifiziertem Papier gedruckt.
Printed in Germany.
Gedruckt mit finanzieller Unterstützung der Bundesrepublik Deutschland.



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

ISBN 978-3-95721-485-0

Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz

Teil 1

Dr. Olaf J. Groth, CEO & Managing Partner

Dr. Mark Nitzberg, Principal & Chief Scientist

Dan Zehr, Editor-in-Chief

Tobias Straube, Projektleitung und Senior-Analyst

Toni Kaatz-Dubberke, Senior-Analyst

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Hintergrund und Definition	5
Zusammenfassung	6
Cambrian KI Index ©	10
Vereinigte Staaten von Amerika	11
I.) Einleitung	11
II.) Voraussetzungen für KI	12
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	12
IV.) Forschung und Entwicklung	13
V.) Kommerzialisierung	14
China	18
I.) Einleitung	18
II.) Voraussetzungen für KI	19
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	20
IV.) Forschung und Entwicklung	20
V.) Kommerzialisierung	21
Großbritannien	24
I.) Einleitung	24
II.) Voraussetzungen für KI	25
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	25
IV.) Forschung und Entwicklung	25
V.) Kommerzialisierung	27
Frankreich	29
I.) Einleitung	29
II.) Voraussetzungen für KI	30
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	30
IV.) Forschung und Entwicklung	30
V.) Kommerzialisierung	32

Finnland	34
I.) Einleitung	34
II.) Voraussetzungen für KI	35
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	35
IV.) Forschung und Entwicklung	35
V.) Kommerzialisierung	36
Südkorea	39
I.) Einleitung	39
II.) Voraussetzungen für KI	40
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	40
IV.) Forschung und Entwicklung	40
V.) Kommerzialisierung	41
Methodologie Cambrian KI Index ©	45
Anhänge	54
Grafik 1: Schaubild der KI-Strategie der Obama-Regierung	54
Grafik 2: Thematische Verteilung der amerikanischen KI Startups in den 2017 Top 100	55
Grafik 3: Die wertvollsten Top 20 Technologieunternehmen	56
Grafik 4: Patentpublikationen zu Machine Learning und Deep Learning nach Länderkennung	57
Grafik 5: Patentpublikationen zu KI, Machine Learning und Deep Learning mit internationalem Äquivalent	58
Grafik 6: Thematische Verteilung der Forschungszuschüsse des EPSRC	59
Grafik 7: Forschungsgebiete des Korea Advanced Institute of Science and Technology	60
Grafik 8: Korea Advanced Institute of Science and Technology: Code of Ethics for AI	62
Literaturverzeichnis	63
Danksagung	79
Autoren	80

Vorwort

Selten kann man Technologien nur auf ihren kommerziellen Mehrwert reduzieren. Die Geschichte der industriellen Revolution lehrt uns, dass Nationalstaaten schon immer bemüht waren, durch ökonomische Pionierleistungen politische Vormachtstellungen aufzubauen oder zu bewahren. Im Zeitalter digitaler Umbrüche, vielfältiger Disruptionen und immenser Beschleunigung gilt dieses Diktum noch immer.

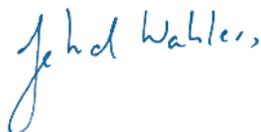
Eine besondere Rolle spielt dabei das Thema „Künstliche Intelligenz“ – eine Technologie, die derzeit weltweit diskutiert und in zunehmendem Maße zur Anwendung gebracht wird. Wie bei jeder neuen Technologie bringen sowohl Kassandrarufer (wie Steven Hawking oder Elon Musk) als auch Fortschrittsoptimisten (Mark Zuckerberg, Eric Schmidt oder Bill Gates) ihre Thesen zur zukünftigen Menschheitsentwicklung ein. Sie schwanken zwischen düsterer Dystopie und einem paradiesischen Morgen.

Es bleibt zu hoffen, dass die jüngst eingesetzte Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages einer aufgeregten, möglicherweise überhitzten Debatte eine nüchterne Bestandsaufnahme entgegensetzt. Die bis Jahresende zu erwartende KI-Strategie Deutschlands muss messbare Ziele und konkrete Maßnahmen definieren, die dann kraftvoll umgesetzt werden. Es gilt, die politischen Leitplanken aufzustellen, die für die Nutzung von automatisiertem, maschinellem Lernen notwendig sind.

Andere Länder sind in dieser Hinsicht ein gutes Stück weiter. Längst sind dort KI-Strategien definiert, Geschäftsmodelle aufgebaut und bahnbrechende Anwendungen ersten Praxistests unterzogen worden. Es lohnt sich daher, genau hinzuschauen, wie andere Volkswirtschaften mit der digitalen Revolution umgehen: Welche regulatorischen Rahmenbedingungen werden gesetzt? Wie werden durch politische Strategien und Programme neue industriepolitische Fakten geschaffen?

Die Konrad-Adenauer-Stiftung möchte mit der zweiteiligen Publikation einen vergleichenden Überblick über die KI-Strategien wichtiger Volkswirtschaften liefern, um damit die deutsche Debatte zu bereichern. Wir glauben: „Tech is politics“ – und darüber sollten Politik und Zivilgesellschaft noch stärker ins Gespräch kommen.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.



Ihr
Dr. Gerhard Wahlers

Dr. Gerhard Wahlers ist stellvertretender Generalsekretär und Leiter der Hauptabteilung Europäische und Internationale Zusammenarbeit der Konrad-Adenauer-Stiftung.

Hintergrund und Definition

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

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

Eine umfassende deutsche KI-Strategie wird nun bis Ende November ausgearbeitet und deren Ergebnisse auf dem Digitalgipfel Anfang Dezember präsentiert. Ziel ist es, das Thema KI prominent in die Digitalpolitik der Bundesregierung einzubetten. Damit schließt Deutschland auf zu einer Vielzahl an Ländern, die in den letzten Jahren umfangreiche KI-Strategiefindungsprozesse in die Wege leiteten.²

Motiviert sind diese Strategien durch teils spektakuläre Fortschritte in Forschung und Anwendung von KI-Systemen, basierend auf Techniken maschinellen Lernens (ML) sowie der Subdisziplin des Deep Learning (DL) und dessen vielfältige Ausprägungen neuronaler Netze. Die globale Relevanz von KI-Technologien zeigt sich an deren prominenter Vertretung auf der diesjährigen internationalen Agenda – angefangen von der Münchner Sicherheitskonferenz im Februar, über die Vorstellung des KI-Papiers der EU Kommission³ im April, bis hin zu der gemeinsamen KI-Erklärung der G7 Staaten im Juni in Kanada („Charlevoix Common Vision for the Future of Artificial Intelligence“).⁴

Die Rolle der Künstlichen Intelligenz als potentielle Schlüsseltechnologie dystopischer Zukunftsentwürfe, gesellschaftlicher Kontrolle, und autokratischer Weltmachtphantasien findet zudem vermehrt Eingang in die öffentliche Debatte. Diese

Übersicht jedoch fokussiert sich auf die Analyse von KI-Rahmenkonzepten von sechs Staaten, sowie deren Umgang mit dem Umwälzungspotential von Künstlicher Intelligenz.

Für die Begrifflichkeit legen wir folgende Definition zugrunde:

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

- 1 Vgl. deutsche Bundesregierung, Eckpunkte der Bundesregierung für eine Strategie Künstliche Intelligenz (Juli 2018), https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf.
- 2 Siehe dazu etwa die Übersichten von der OEZE, <http://www.oecd.org/going-digital/ai/initiatives-worldwide/>, Future of Life Institute, <https://futureoflife.org/ai-policy/>, dem Smart Data Forum, <https://smartdataforum.de/en/services/international-networking/international-ai-strategies/>, Charlotte Stix, <https://www.charlottestix.com/ai-policy-resources>, und Tim Dutton, <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>, alle zuletzt abgerufen am 17.9.2018.
- 3 Vgl. Europäische Kommission, Artificial Intelligence for Europe (April 2018), http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=51625.
- 4 Vgl. kanadische G7 Präsidentschaft, Charlevoix Common Vision for the Future of Artificial Intelligence (Juni 2018), <https://g7.gc.ca/wp-content/uploads/2018/06/FutureArtificialIntelligence.pdf>.

Zusammenfassung

Der Wettlauf um die weltweit führende Position bei den Technologien der Künstlichen Intelligenz (KI) hat begonnen. Seit der Veröffentlichung der KI-Strategie der Obama-Regierung im Jahr 2016 suchen auch andere Länder nach Wegen, um Forschung und Entwicklung (F & E) sowie die Kommerzialisierung von KI zu fördern und zur KI-Führungs nation USA aufzuschließen. Die folgende Zusammenfassung beschreibt die Erkenntnisse aus der Analyse der ersten sechs Länder (USA, China, Großbritannien, Frankreich, Finnland und Südkorea), die Teil einer zwölf Länder umfassenden Studie für die Konrad-Adenauer-Stiftung sind.

Vage und uneinheitliche KI-Definitionen: In den verglichenen Strategien finden sich sehr unterschiedliche, teils gar keine Definitionen von KI. Gemeinsam ist ihnen nur das Verständnis von KI als Antriebskraft in der Digitalen Revolution, welche gesellschafts-, wirtschafts- und teilweise sicherheitspolitische Potenziale und Risiken birgt. Entsprechend bilden sie häufig eine Klammer um bestehende Sektor- oder Digitalstrategien. Einer KI-Strategie sollte daher einerseits eine Definition des KI-Begriffs vorangehen, andererseits sollte sie keine Fachstrategie sein, sondern übersektoral gedacht und verankert werden.

Mangelnde Zielsysteme: Die Strategien sind überwiegend allgemein formuliert. Ihre teils vagen Zielsetzungen beziehen sich auf unterschiedliche Wirkungsebenen, was deren Umsetzungssteuerung und Erfolgsmessung erschweren wird. So misst China unter anderem die Wirtschaftskraft der KI Industrie, während Großbritannien sich auch Ziele bei der Anzahl der künftigen Doktoranden setzt. Eine künftige KI Strategie sollte sich an einem messbaren Zielsystem orientieren, welches der Vielschichtigkeit eines holistischen deutschen KI Ansatzes Rechnung trägt. Dies ist nötig, um nachvollziehen zu können, ob die Strategie die gewünschten Wirkungen entfaltet. Zugleich braucht sie einen Mechanismus, der es erlaubt, die globalen KI-Trends und Maßnahmen anderer Länder zu beobachten, zumal diese ihre Wirkungen erst noch entfalten müssen. So ließe sich dann eine deutsche Strategie adaptieren und global integrieren.

KI-Supermächte vs. Burgenländer: In den in KI führenden Ländern, USA und China, werden die KI-Entwicklungsdynamiken maßgeblich vom Privatsektor bestimmt, insbesondere jungen Unternehmen und global operierenden Internetkonzernen. Während sich in den USA Tendenzen hin zu einer weiteren Deregulierung zeigen, werden in China Trends zu einer verstärkten staatlichen Kontrolle der großen Technologieunternehmen deutlich. Beides wird die weltweite Verbreitung ihrer KI-Produkte kaum bremsen. In den auf Wissenschaft und den Schutz des Individuums ausgerichteten Ländern Kontinentaleuropas fehlen solche globalen Spieler. Dies basiert teilweise auf einer sehr großen Skepsis gegenüber digitalen Technologien und einer daraus folgenden Schutz-Haltung der Politik. Ihre Förderung zielt auf den Aufbau von Forschungsnetzwerken, offenen Datenpools und Technologietransfer in die etablierte Fertigungsindustrie und den Mittelstand ab, aber nicht auf Schaffung einer globalen, formativen Stimme. Im Vergleich zu den USA, wo die Durchlässigkeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft über Jahrzehnte gewachsen ist, gelingt es Europa bisher jedoch nur sehr bedingt, diese Durchlässigkeit zu erzielen, ganz zu schweigen zu skalieren. Eine Strategie muss also Wege aufzeigen, um die einzelnen Burgen aus Wissenschaft und Wirtschaft in den effektiven Austausch zu bringen und diese Wirtschaftskraft auch global zu projizieren, um konstruktiv mitreden zu können.

KI in Fertigung 4.0 v. Digitale Gesellschaft 5.0:

In Ostasien betrachtet man die vierte industrielle Revolution (Südkorea) bzw. die Society 5.0 (Japan) als die unvermeidliche nächste Etappe in der Menschheitsentwicklung, in der KI alle Lebensbereiche erfassen wird. Dies ergibt sich aus einer Konstellation bestimmter wirtschaftlicher Wachstumsziele und demografischer Limitierungen. Dies wird begünstigt durch einen Fokus auf die Erforschung, Vermarktung und rapide Skalierung von KI-Anwendungen. Dagegen riskiert Europa, sich mit gewachsenen Strukturen in der Grundlagenforschung und dem Konzept der Industrie 4.0 zwar weiter zu spezialisieren, jedoch zu eng auf fertigungsindustrielle Aspekte zu fokussieren. Um das kommende kognitive Zeitalter zu verstehen und aktiv mitzugestalten, bedarf es einer digital-starken, qualifizierten und mündigen Bevölkerung als „home base.“ Damit dies in Europa gelingt, muss sich die Gesellschaft in der Breite kritisch aber konstruktiv und vor allem schnell dem Potenzial der Technologie öffnen.

Ethik- und Humanorientierung als strategische

Stärke der Europäer: Obwohl ethische Fragestellungen in China und USA in unterschiedlichen gesellschaftlichen Foren diskutiert werden, genießt das Thema keine Priorität in den Regierungen. Dies schafft den Raum für Europa, beim Thema ethische KI die Wortführerschaft zu übernehmen, wie es Macron versucht. Großbritannien hat zwar noch schneller als Frankreich die Initiative in der Entwicklung einer internationalen KI Governance-Architektur ergriffen, ist jedoch bei der Projektion derselben durch den Brexit geschwächt. Insgesamt sind die Probleme der Europäer einerseits die Fragmentierung ihres potentiell 500-Millionen-Einwohner (Daten-) Binnenmarktes. Andererseits wird der Anspruch auf die ethische Gestaltung von KI kaum von konkreten Vorschläge begleitet. Um kommende digital-kognitive Innovationen sowohl für den europäischen Digitalmarkt, als auch für andere Wirtschaftsräume mitzugestalten, muss über die Datenschutzgrundverordnung hinaus gedacht werden. Auf dem Rücken digitaler Wirtschaftskraft lassen sich europäische und deutsche Ethik und Verantwortungssinn leichter transportieren.

Fehlende Rechenkapazitäten als strategische

Schwäche: Während die Verfügbarkeit von Daten und die Ausbildung von Fachkräften von vielen Strategien als Voraussetzung für KI-Forschung und -Kommerzialisierung gefördert werden, liegt nur in wenigen Fällen auch ein Fokus auf dem Ausbau der heimischen Rechenkapazitäten (Ausnahme: Südkorea und China). Dabei zeigen die aktuellen globalen Handelskonflikte, dass die Verfügbarkeit von leistungsfähigen Chips oder der Zugang zu cloud-basierter Rechenleistung eine strategische Notwendigkeit darstellt. Die europäischen Länder sind in diesem Bereich im Vergleich zu den USA und Ostasien nicht wettbewerbsfähig.

Ökosysteme als strategisches Gut:

Um bessere KI-Lösungen zu entwickeln und diese in den internationalen Dialog einzubringen, bedarf es neben Forschern, talentierten Entwicklern und strategischen Unternehmern auch versierte Investoren und eine agile Legislative. Während diese Akteure in USA und China den Nährboden für die erfolgreiche Kommerzialisierung von KI ausmachen, gelingt dies in Europa nur Großbritannien ansatzweise. In Frankreich oder Deutschland legt die geringe Anzahl an KI-Startups Zeugnis davon ab, dass solche Ökosysteme noch nicht im nötigen Maße aktiv gedacht und unterstützt werden. Eine Strategie muss Anreize für die Akteure schaffen, sich in Deutschland nieder zu lassen sowie Plattformen für ihren Austausch.

Die Länder im Überblick:

USA: Die einflussreichsten Publikationen zu KI, jährlich geschätzt über 3.000 Promovenden in diesem Bereich, etwa 1.400 KI-Startups, sieben der weltweit zehn größten Technologiekonzerne und seit 40 Jahren gewachsene Kooperationsstrukturen zwischen Universitäten, Behörden und Unternehmen: Diese Kombination an Faktoren sind der Grund für die globale Führungsposition der USA bei KI. Angesichts zunehmender Konkurrenz, vor allem durch China, und der strategischen Relevanz für Wirtschaft und Gesellschaft, hat die Obama-Administration auch die weltweit erste nationale KI-Strategie vorgelegt.

Eine nationale gesamtstaatliche Strategie der Trump-Regierung, wie der US-amerikanische Verteidigungsminister Mattis sie fordert, steht weiterhin aus. In Ergänzung zum Privatsektor bekommt die Grundlagenforschung Impulse durch einen überwiegenden Teil des jährlichen KI F & E Budgets der Regierung (1,3 Mrd. Euro). Zusätzlich schaffen die Fachministerien einen Markt für KI, das Verteidigungsministerium allein mit 6,3 Mrd. Euro (2017). Darüber hinaus unterstützt Washington die Kommerzialisierung von KI durch den Abbau von regulatorischen Hemmnissen. Abzuwarten bleibt allerdings, ob die *America First* getriebene Einwanderungspolitik weiterhin KI-Experten aus aller Welt anzieht. Auch wird sich noch zeigen müssen, welche Ergebnisse die unterschiedlichen Initiativen der Exekutive und Legislative zur Entwicklung einer neuen KI-Strategie zeitigen werden.

China: In drei Schritten plant das Land bis 2030 die führende KI Nation der Welt zu werden und legt als einziges Land dafür messbare volkswirtschaftliche Ziele auf makroökonomische Ebene fest. Über 700 Mio. chinesische Internetnutzer und leistungsfähige Hardware- und Technologiekonzerne, die aufgrund des geschützten Marktes als ernstzunehmende Konkurrenz amerikanischer Unternehmen heranwachsen konnten, schaffen dafür beste Voraussetzungen. Zwar läuft das Land den USA in der Grundlagenforschung, der Ausbildung qualifizierter Fachkräfte, bei der Anzahl der KI Startups und international durchsetzungsfähigen Patenten noch hinterher. Die Entwicklungen der letzten Jahre lassen jedoch keinen Zweifel daran, dass das Land aufholt. Allein zur Förderung der Chipindustrie hat Peking 16,4 Mrd. Euro angekündigt, auf der subnationalen Ebene hat eine einzige Stadt (Tijian) einen Fonds von 12,8 Mrd. Euro für KI-Förderung aufgelegt. Mit dem *Thousand Talents*-Programm will Peking hochqualifizierte Auslandschinesen „zurückholen“. Trotz des massiven Mitteleinsatzes lässt sich jedoch ein wissenschaftlicher Durchbruch, insbesondere in der schwachen Grundlagenforschung, nicht planen. Neben Kapital braucht es dafür förderliche akademische Rahmenbedingungen, deren Entwicklung Zeit benötigt. Der Export von KI-Produkten, die unter chinesi-

schen Datenschutz-Standards entwickelt wurden, wird zudem durch Regulierungen im Westen erschwert.

Großbritannien: Anfang 2018 einigten sich die britische Regierung und Privatwirtschaft, F & E und Kommerzialisierung von KI mit einer Milliarde Euro gemeinsam zu fördern. Der „Deal“ baut auf den Stärken des Landes auf: Die britische KI-Forschung ist international sehr einflussreich und nirgendwo sonst in Europa konzentrieren sich mehr KI-Startups als in London. Gleichzeitig hat die Regierung zur Entwicklung ethischer Richtlinien für KI Grundlagen geschaffen, etwa durch die Gründung eines Zentrums für Ethik und eine für 2019 geplante internationale KI-Ethikkonferenz. Als „historische Schwäche“ gilt dagegen die Kommerzialisierung der Forschung, was sich unter anderem durch eine geringe Anzahl an Patentpublikationen ausdrückt. Wie das Land nach dem Brexit weiterhin Wissenschaftler und Unternehmer anziehen und seinen wegfallenden Einfluss in der EU ausgleichen wird, ist noch unklar. Klar ist dagegen, dass das Königreich die Technologiekooperation mit den USA ausbaut. Den anderen europäischen Ländern wird die angelsächsische Herangehensweise nach dem Brexit fehlen.

Frankreich: Macron formuliert einen Führungsanspruch auf einem auf europäischen Werten basierten Mittelweg zwischen China und den USA. Den großen Vorteil Frankreichs bei der KI-Entwicklung sieht Macron in der zentralisierten Struktur und Organisation des Staatswesens. In den Bereichen Gesundheit, Mobilität und Verteidigung setzen die zuständigen Ministerien mit Strategien und Mitteln Impulse für KI-Anwendungen. Ob aber Innovationen längerfristig zentral gesteuert werden können, ist fraglich, denn Erfolg in der KI erfordert ein breites Spektrum an Experimenten in verschiedenen Anwendungsfeldern. Frappierend ist die geringe Zahl der Institute und Lehrkörper, die aktiv in Bereichen mit direktem KI-Bezug forschen (Großbritannien hat fast achtmal mehr, Deutschland etwa viermal mehr) und die mangelnde Kooperation zwischen Unis und der Industrie. In geplanten KI-Exzellenzzentren werden daher einerseits Wissenschaftler gebündelt, um mit Anwendern in gewisser Autonomie zusammen-

arbeiten zu können. Zugleich setzt Macron neue Regeln, die es Forschern erlaubt, zugleich auch im Privatsektor tätig zu sein. Um KI-Startups zu beraten, was rechtlich zu beachten ist und zugleich zu lernen, was neue KI-Entwicklungen für den Staat bedeuten, haben sich zudem um den Startup-Campus „Station F“ in Paris herum 30 öffentliche Institutionen angesiedelt. Ein Netzwerk aus freiwilligen KI-Experten („KI-Reserve“) soll den Staat bei der Beschaffung von Technologien beraten und die Cyber-Sicherheit unterstützen.

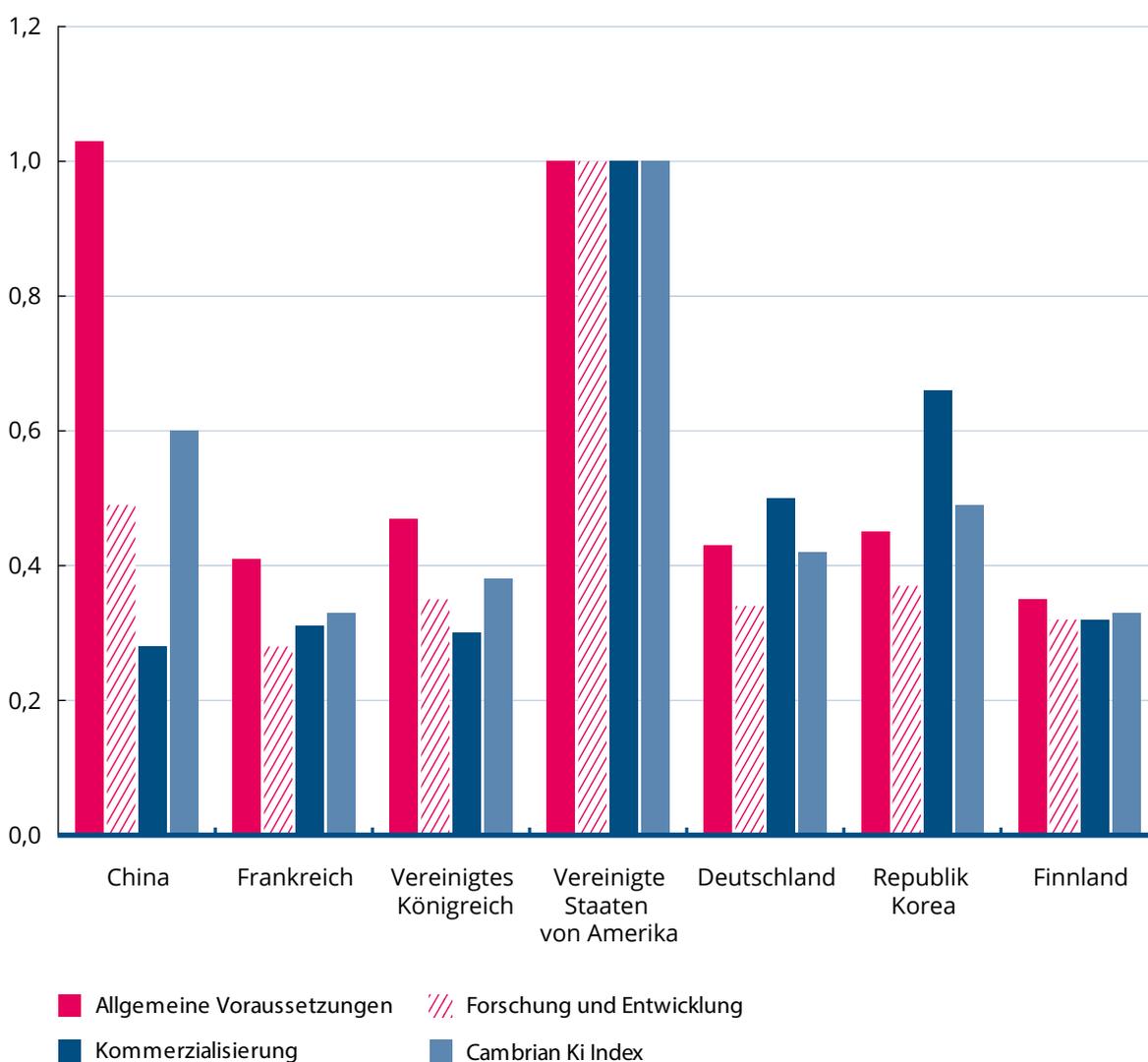
Finnland: In Helsinki ist man sich klar darüber, dass die großen Linien bei KI-F & E woanders gezogen werden. Auch der Datenpool und der Binnenmarkt kann kaum je mit den KI-Größen mithalten. Daher ist der Fokus ganz auf KI-Anwendung und auf Kooperation zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung in thematisch organisierten Ökosystemen und mit Europa gerichtet. Der Großteil der für KI bereitgestellten Mittel zielt auf die Förderung einer kleinen, aber wachsenden KI-Startup-Szene sowie der Anpassung von Traditionsindustrien an KI durch Forschungssubventionen. Interessant sind sogenannte „Innovations-Voucher“, mit denen Firmen Expertise von anderen Firmen oder Forschern einkaufen können, um neue Ideen zu entwickeln und zu testen. Kommerzielle Potenziale für KI über Finnland hinaus gibt es im Gesundheitssektor, aufbauend auf dem finnischen Genom-Projekt „FinnGen“ und in Kooperation mit IBM Watson Health. Eine weitere Nische ist die Entwicklung eines Protokolls für internationalen Datenaustausch (IHAN), analog zum IBAN-Protokoll bei Banküberweisungen. Unter den untersuchten Ländern hat nur Finnland ein eigenes Regierungsdokument speziell zu Arbeit und Ethik im KI-Zeitalter vorgelegt. Zugleich soll Regulierung immer erst angepasst werden, nachdem es erste Erfahrungen damit gibt, um sich alle Möglichkeiten bei der Nutzbarmachung von KI offen zu halten.

Südkorea: In Seoul denkt man KI-Technologien als Teil einer unvermeidlichen „vierten industriellen Revolution“, ähnlich der deutschen Industrie 4.0. Ausgehend vom bisher sehr erfolgreichen Wirtschaftsmodell exportorientierter Industrieproduktion liegt der Fokus auf der Förderung von strategischer Hardware und KI-Anwendungen. Die Moon-Regierung baut auf guten Voraussetzungen auf, um es mit den KI-Größen aufzunehmen. Schon jetzt kommen nach den USA und China die meisten KI-Patente aus Südkorea. Mit rund einer Mrd. Euro wird die Hirnforschung gefördert, aus deren Erkenntnissen der nächste Durchbruch bei neuronalen Netzen erwartet wird. Um eine schnellere Kommerzialisierung von KI-Anwendungen zu ermöglichen, sollen „Übergangslizenzen“ den Unternehmen ermöglichen, ihre Produkte bereits marktreif zu entwickeln, während die staatlichen Genehmigungsverfahren noch laufen. Dies könnte etwa in den großangelegten und vernetzten Tech-Parks („Innopolis“) stattfinden, in denen zu KI gleich neben den Industriestandorten geforscht wird. Dort gewonnene Daten und Erkenntnisse sollen anschließend mit Startups und mittelständischen Unternehmen geteilt werden, damit diese wiederum neue Dienstleistungen und Technologien entwickeln können. Um eine frühe Kommerzialisierung von Wissen nah an der Forschung zu fördern, erlauben mehr als 80 Universitäten ihren Studenten bis zu vier Semester Abwesenheit, um sich um ihr Startup zu kümmern. Die besten unter ihnen sollen mit nationalen Events identifiziert werden, um sie auf internationale Wettbewerbe vorzubereiten und sie so weltweit bekannt zu machen. Bislang gibt es kaum KI-Startups, die Großkonzerne wie Samsung kaufen Innovation lieber im Ausland ein.

Cambrian KI Index ©

Im Zuge der Analyse wurden die Länder entlang von Indikatoren bewertet, die im Zusammenhang mit den Voraussetzungen eines Landes, der Forschung und Entwicklung sowie der Kommerzialisierung von KI stehen. Um diese Indikatoren zu integrieren und die

KI-Position eines Landes zu bestimmen, wurde der Cambrian KI Index entwickelt. Der Index ist durch Proxy-Messungen begrenzt, für die zuverlässige und vergleichbare Daten in diesem frühen Stadium der KI Applikation verfügbar sind.⁵ Eine Gewichtung der Daten ist nicht erfolgt.



5 vgl. Kapitel Methodologie Cambrian KI Index



Vereinigte Staaten von Amerika

Verteidigung der globalen KI Führungsposition

- › Weltweit führend in KI aufgrund etablierter Kooperationsstrukturen zwischen Regierung, Privatsektor und Hochschulen: Der Staat legt den Förderschwerpunkt auf Grundlagenforschung und die Privatwirtschaft auf die Anwendungsforschung
- › Öffentliche Förderprogramme fokussieren ihre Anstrengungen auf die kontextuelle Anpassungsfähigkeit von KI (die sogenannte „Dritte Welle“)
- › Ethik hat unter Trump keine große Bedeutung

I.) Einleitung

2016 entwickelte der Nationale Wissenschafts- und Technologierat (*National Science and Technology Council*, NSTC) im Auftrag der Obama-Regierung die erste KI-Strategie der USA, die als Blaupause für andere Länder, z. B. China,⁶ gilt. Neben einer Bewertung der Interdependenzen und Implikation von KI, Automatisierung und Wirtschaft⁷ postuliert der „Nationale Strategieplan für Forschung und Entwicklung von KI“ die Verteidigung der KI-Führungsposition wie auch die hoffnungsvolle Vision „einer zukünftigen Welt, in der KI sicher für alle Mitglieder der Gesellschaft eingesetzt wird“⁸.

Dass die KI „seit dem ersten Tag“ als Priorität der Trump-Regierung gelte, betont der aktuelle *Deputy Chief Technology Officer* Michael Kratsios⁹. Tim Hwang, ehemaliger Google-Mitarbeiter (globale *public policy* für KI und Machine Learning), mahnte hingegen Anfang 2018, dass man „immer noch darauf warte, dass das Weiße Haus eine Richtung vorgibt“.¹⁰ Diese zeichnet sich seit Mai 2018 in groben Zügen ab: Demnach sind die Schwerpunkte die Stärkung des Ökosystems für Forschung und Entwicklung (F & E), die Förderung amerikanischer Arbeitskräfte, der Abbau von „Innovations-Hemmnissen“ und die Ermöglichung von branchenspezifischen KI-Anwendungen.¹¹ Bisher ist jedoch keine dokumentierte nationale Strategie der neuen Regierung zu erkennen.¹²

II.) Voraussetzungen für KI

Die USA hat nach China und Indien mit 246 Mio. (2016)¹³ die meisten Internetnutzer, die potenzielle Daten für KI liefern. Größer sind noch die Datenpools einiger Technologieunternehmen. Allein Facebook hat monatlich mehr als zwei Mrd. Nutzer.¹⁴ Bei der Qualität und Verfügbarkeit der Daten des öffentlichen Sektors besteht Verbesserungsbedarf, so stehen die USA im Open Data Barometer hinter den Europäern nur auf Platz drei unter den sechs verglichenen Ländern (im Vergleichsset).¹⁵ Die KI-Führungsposition der USA wird auch im Bereich von Supercomputern und der Halbleiterherstellung¹⁶ sowie anhand der KI-Talente deutlich. Die USA verfügt über den weltweit größten Nachwuchspool mit schätzungsweise ca. 10.000 Masterstudenten und Doktoranden, die jährlich an computerwissenschaftlichen Instituten mit aktiver KI Forschung graduieren.¹⁷

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Ethik: Neue Regierung, neue Prioritäten

Seit Beginn der Trump-Regierung spielen ethische Fragestellungen in der KI Strategie des Weißen Haus anscheinend keine Rolle mehr.¹⁸ In der Strategie der Obama-Regierung waren noch Forderungen nach mehr Transparenz in KI gestützten Entscheidungsprozessen und Ideen für ethische *Governance*-Architekturen, wie z. B. eine zweistufige *Monitoring*-Architektur, für die operative wie auch ethische und rechtliche Bewertung von KI Anwendungen, enthalten.¹⁹ In der Dokumentation des KI Gipfels vom Mai 2018 findet das Thema dagegen keine Erwähnung. Lediglich mögliche negative Folgen für Beschäftigte werden hier aufgeführt.²⁰ Obwohl Ethik in Bezug auf KI von der Trump-Regierung öffentlich keine Rolle spielt, ist den Autoren dieser Studie durch Gespräche mit leitenden Angestellten in Ministerien und Agenturen bekannt, dass das Thema auch weiterhin als wichtig wahrgenommen wird. Neben nichtstaatlichen Organisationen und Unternehmen hat auch der Kongress die ethischen Implikationen von KI als Thema besetzt.

Der US-Privatsektor spielt traditionsgemäß eine zentrale Rolle in der Forschung, Entwicklung und Kommerzialisierung neuer Technologien. Dies unterstreichen Meilensteine, wie: 1) Kinect (Spielekonsole Xbox 360 von Microsoft 2010), das erstmalig Körperbewegungen mit Hilfe einer 3D-Kamera und Infrarotsensor in die virtuelle Spielwelt übersetzt 2) die IBM-KI „Watson“, die in 2010 das Spiel Jeopardy gegen Profispieler gewann und 3) der Sieg von Googles KI „AlphaGO“ über den Go-Großmeister Lee Sedol. Vor dem Hintergrund dieser privat-wirtschaftlichen Dynamik ist die Rolle der Regierung begrenzt, das Weiße Haus agiert lediglich als Koordinator.²¹ So sagt Kratsios, *Chief Technology Officer* im Weißen Haus, „dass die Frontlinie der KI-Politik bei den Bundesbehörden (*agencies*) liegt“.²² Die wichtigsten Behörden im Hinblick auf die KI-Förderung sind: das Handels-, das Energie-, das Verteidigungsministerium (inklusive der *Defense Advanced Research Projects Agency*, DARPA) sowie die Nationale Stiftung für Wissenschaft (*National Science Foundation*, NSF) und die *Intelligence Advanced Research Projects Activity*, eine Forschungsorganisation zur Unterstützung der Geheimdienste. Deren Führungskräfte sollen einen Sitz in einem KI-Komitee erhalten, welches im Rahmen des KI Gipfels im Mai 2018 angekündigt wurde und die Koordination verbessern sowie das Weiße Haus beraten soll.²³ Weitgehend unabhängig von der Exekutive widmet sich die Legislative der KI. Ende 2017 forderte der Abgeordnete John Delaney in seinem *Future of A.I. Act* die Einrichtung eines „Beirats für die Entwicklung und Umsetzung von KI“ auf Bundesebene, der Handelsministerium und Kongress beraten sowie KI-bezogene Fragestellungen bearbeiten soll. Dazu zählen: Wettbewerbsfähigkeit der USA, Implikationen für den Arbeitsmarkt, ethische Gesichtspunkte und internationale Kooperationen.²⁴ Die Verabschiedung des Gesetzes stand im Juli 2018 noch aus. Kürzlich brachte auch die Abgeordnete Elise Stefanik eine Gesetzesinitiative, zur Füllung der Lücke einer kohärenten nationalen Strategie, ein.²⁵

IV.) Forschung und Entwicklung

Mit F & E Investitionen von ca. 445 Mrd. Euro²⁶ (2016) durch den Privatsektor (62 Prozent), die Regierung (25 Prozent), private Universitäten (vier Prozent) und die Zivilgesellschaft ist die USA weltweit führend.²⁷ Die Dominanz des Privatsektors ist im Vergleich zu China, Südkorea oder Deutschland trotz eines steigenden Anteils der F & E-Ausgaben weniger deutlich. Die Höhe der KI-bezogenen Förderung ist vage. 2015 lagen die Regierungsinvestitionen in als nicht geheim eingestufte (*unclassified*) F & E laut den Strategiedokumenten der Obama-Regierung bei 950 Mio. Euro.²⁸ Die Trump-Regierung teilte im Mai 2018 eine Erhöhung um 40 Prozent auf 1,3 Mrd. Euro mit, „zusätzlich zu den beträchtlichen als geheim eingestuften (*classified*) Investitionen in den Bereichen Verteidigung und Geheimdienst“.²⁹ Zahlen hierzu liegen nicht vor.

In den Forschungsbereichen *computer vision*, *machine learning*, *data mining*, *natural language processing* sind die USA führend. Seit 2016 gibt es etwa 126 aktiv in der Forschung engagierte Institute.³⁰ Das sind mehr als in allen anderen untersuchten Ländern zusammengenommen. Bei der Zahl an wissenschaftlichen KI-Veröffentlichungen liegen die USA auf Platz zwei hinter China. Gemessen am Einfluss der Publikationen (H-Index)³¹ sind sie jedoch führend. Das wird sich laut chinesischer Wissenschaftler in naher Zukunft auch nicht ändern.³²

Forschungsbereiche und Instrumente zur Förderung von Forschung

Auch wenn die Prioritäten der Trump-Regierung für Investitionen in KI-F & E noch durch das angekündigte Komitee final ausgearbeitet werden müssen,³³ ist davon auszugehen, dass der Fokus auf die Förderung von Grundlagenforschung in Abgrenzung zur Anwendungsforschung beibehalten wird.³⁴ Diese Annahme wird unterstützt durch die erwarteten Investitionen von jährlich 90 Mio. Euro in Grundlagenforschung und Arbeitsmarktforschung an der Schnittstelle zu KI, die die NSF Direktorin, Dr. France A. Cordova, im Mai 2018 verkündet hat³⁵ sowie die F & E Förderprioritäten der Regierung für das Haushaltsjahr 2019, die auf Frühphasen- und Grundlagenforschung der

Bundesbehörden abzielen.³⁶ Dies setzt den Kurs Obamas fort, die öffentlichen Mittel komplementär zu denen des Privatsektors einzusetzen, die sich auf anwendungsorientierte F & E fokussieren.³⁷ Die Obama-Regierung sah in der Grundlagenforschung Förderbedarf u. a. in den Bereichen Datenanalyse, theoretische Modelle zur Leistungsfähigkeit von KI und Hardware sowie im Themenkomplex „Interaktion zwischen Menschen und KI“.³⁸ (vgl. Grafik 1).

KI F & E Strategieplan der Obama-Regierung setzte sich aus sieben Teilstrategien zusammen:

1. Langfristige Investitionen in die KI-Forschung
2. Entwicklung effektiver Methoden für die Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI
3. Verständnis und Auseinandersetzung mit den ethischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen von KI
4. Gewährleistung der Sicherheit von KI-Systemen
5. Entwicklung gemeinsamer öffentlicher Datensätze und Umgebungen für KI-Training und -Tests
6. Messung und Bewertung von KI-Technologien anhand von Standards und Benchmarks
7. Besseres Verständnis für den nationalen Bedarf an KI-F & E-Personal

Der Strategieplan endet mit Empfehlungen zur Ausarbeitung eines Umsetzungsplanes und zur Erstellung einer Bedarfsanalyse für den KI relevanten Arbeitsmarkt.

Der Strategieplan der Obama-Regierung enthielt eine Liste von Anwendungsbereichen, darunter Landwirtschaft, Bildung, Medizin, Produktion und Recht, beschrieb jedoch nicht, welche kommerziell oder staatlich gefördert werden sollen. Lediglich der Förderfokus öffentliche Güter ist genannt, da aufgrund des fehlenden kommerziellen Nutzens nicht mit Investitionen des Privatsektors gerechnet werden könne.³⁹ Ein Fokus auf *General AI* wurde explizit nicht gelegt.

General AI ist eine KI, die es Maschinen ermöglicht, Aufgaben vergleichbar dem kognitiven menschlichen Denken zu lösen. Die Autoren der Strategie wiesen darauf hin, „dass langfristige Bedenken bezüglich einer superintelligenten *General AI* wenig Einfluss auf heutige *policy* haben sollte“ und dass „der beste Weg, um Kapazitäten zur Bewältigung der längerfristigen spekulativen Risiken aufzubauen, darin besteht, die kurz- bis mittelfristigen Risiken wie Sicherheits- und Datenschutzrisiken zu adressieren“.⁴⁰

Obwohl die Schwerpunkte der Trump-Regierung noch nicht feststehen, liegt der Fokus laut Kratsios auf den Anwendungsbereichen Verteidigung und Sicherheit sowie Wirtschaftsentwicklung.⁴¹ Das Memorandum an die Bundesbehörden zu den Prioritäten in F & E im Haushalt 2019 ergänzt die Fokusbereiche Energie und Gesundheitswesen.⁴²

Was die Instrumente zur Forschungsförderung betrifft, repräsentieren die USA das angelsächsische Forschungsmodell, das durch eine wettbewerbsgetriebene Wissenschaftsförderung und stark von Drittmitteln abhängigen Hochschulbudgets geprägt ist. Dies kommt auch bei den Förderprogrammen der Bundesbehörden und NSF zum Ausdruck, die die Forschungsförderung der Regierung umsetzen. In den Bereichen Computerwissenschaften sowie Mathematik und Statistik stellten das Verteidigungsministerium (*Department of Defense*, DoD) und die NSF 83 bzw. 79 Prozent der bundesstaatlichen Fördermittel für F & E im Jahr 2016 bereit.⁴³ Experten gehen davon aus, dass sich seit 2017 die Fördergelder zwischen den beiden Institutionen zugunsten des DoD verschoben haben. Die NSF besteht seit 1950 mit dem Ziel, „den Fortschritt der Wissenschaft zu fördern, um die nationale Gesundheit, den Wohlstand und das Wohlergehen zu fördern; um die nationale Verteidigung zu sichern“⁴⁴. Die Förderung erfolgt insbesondere im Bereich der Grundlagenforschung in allen Sektoren (außer medizinischer Forschung), nicht indem eigene Forscher eingestellt und Labore aufgebaut werden, sondern durch die Finanzierung von Forschung an bestehenden Institutionen. Hervorgehoben als einzig prioritäres Ziel im Strategischen Plan 2018–2022 der Stiftung findet sich der von Kratsios postulierte marktorientierte

Ansatz wieder:⁴⁵ der „Ausbau der öffentlichen und privaten Partnerschaften, um die Wirkung der NSF-Investitionen zu erhöhen und zur Wettbewerbsfähigkeit und Sicherheit der amerikanischen Wirtschaft beizutragen“.⁴⁶

Zu den erfolgreichsten Forschungsprogrammen von Regierungsbehörden zählt DARPA, eine Agentur des DoD, auf die Erfindungen wie das Internet und GPS zurückgehen. Die KI-Entwicklung unterteilt DARPA in drei „Wellen“. Während frühere DARPA-KI-Investitionen auf die Weiterentwicklung von regel-basierter KI („Erste Welle“) und statistisch lern-basierte KI („Zweite Welle“) zielten, konzentriert sich DARPA heute auf die kontextuelle Anpassungsfähigkeit von KI („Dritte Welle“), also Theorie und Anwendung von KI, die sich mit den Grenzen der Technologien der ersten und zweiten Welle auseinandersetzen.⁴⁷ Das Programm *Artificial Intelligence Exploration*, das dazu im Juli 2018 aufgelegt wurde, vergibt erfolgreichen Fördergeldanträgen unkompliziert und schnell Mittel bis zu 800.000 Euro.⁴⁸ Das Instrument ist Teil einer umfassenderen KI-Investmentstrategie der DARPA, die sich in die Gesamtanstrengungen des DoD einfügen. Gemäß einer Auswertung der Marktforschungsfirma Govini sind die Ausgaben für KI, *big data* und *cloud* zwischen 2012 und 2017 um 32,4 Prozent auf 6,3 Mrd. Euro gestiegen. DARPA machte 28,5 Prozent der Ausgaben für die drei kritischsten Subsegmente *deep learning*, *machine learning* und *natural language processing* aus.⁴⁹

V.) Kommerzialisierung

Neben den global agierenden „Digital-Baronen“⁵⁰ wie Google, Apple, Facebook oder Amazon, die gewaltige finanzielle Mittel und Datenmengen verwalten, entstehen in den KI-Ökosystemen der USA auch die meisten (ca. 1400⁵¹) und einflussreichsten (77 der Top 100⁵²) KI-Startups. Schwerpunkte in den Anwendungsbereichen sind Cyber-Sicherheit, Gesundheitswesen, Marketing und Verkauf sowie Unternehmenslösungen (siehe Grafik 2). Die Nähe zur Forschung sowie zum Kapital befördert das Startup-Umfeld. Zwischen 2012 und 2016 kamen 17 der 18 aktivsten und KI-versiertesten Wagnis-

kapitalgeber in den USA. Entsprechend wurden 2016 dort die meisten KI-Investitionen getätigt (62 Prozent des weltweiten Investitionsvolumens von rund 4,3 Mrd. Euro).⁵³ Andere Länder holen jedoch auf. 2012 wurden noch 79 Prozent der KI-Deals in den USA geschlossen.⁵⁴ Und 2017 sammelte eine chinesische Firma (Bytedance) erstmals das meiste Kapital (2,68 Mrd. Euro) der Top 100 KI Startups ein.⁵⁵ Zwischen 2015 und 2017 stammten im Durchschnitt 74 Prozent der international durchsetzungsfähigen KI Patente aus den USA (*Assignee Country*).⁵⁶ Die Anzahl sagt jedoch nichts über die Qualität der patentierten Innovationen aus.

Regulierung: „Die Art und Weise, wie ich über die regulatorische Struktur für KI nachdenke, ist, dass schon früh in einer Technologie tausend Blumen blühen sollten“, sagte Obama 2016.⁵⁷ Die Umsetzung dessen wird im angelsächsischen Verständnis durch zurückhaltende und anreizschaffende staatliche Regulierung erreicht. Das Fundament dafür bilden drei Gesetze. (1) Das Bayh-Dole-Gesetz (1980) erlaubt amerikanischen Universitäten geistiges Eigentum aus staatlich geförderter Forschung zu verwerten. (2) Der *Small Business Innovation Development Act* (1982) fördert kleine Unternehmen bei der Kommerzialisierung neuer Technologien, gefolgt von dem *Small Business Innovation Research Program*, das die technologische Innovation und Beteiligung von Kleinunternehmen an staatlichen F & E-Aktivitäten sowie deren Kommerzialisierung forciert. (3) Der *Small Business Research and Development Enhancement Act* fördert die wissenschaftliche und technologische Zusammenarbeit zwischen Universitäten und Kleinunternehmen und erlaubt Zuschüsse für den Technologietransfer kleiner Unternehmen. Daraus resultiert eine Professionalisierung der Akteure und eine starke Verflechtung von Universitäten und Industrien (Platz zwei nach der Schweiz⁵⁸).

Um den Wissenstransfer zwischen öffentlichen Institutionen, Wissenschaft und sonstigen Organisationen zu stärken, wurde unter der Obama-Regierung der Ausbau eines Personalaustauschprogramms diskutiert (vgl. Textbox). Die Integration unterschiedlicher Perspektiven

in die KI-Entwicklung wurde als Instrument der Risikominimierung gegen diskriminierende KI-Systeme gesehen.⁵⁹

Das ***Intergovernmental Personnel Act Mobility Program*** sieht den temporären Austausch von Personal zwischen Regierungen, Hochschulen und Universitäten, indianischen Stammesregierungen, staatlich finanzierten F & E-Zentren und förderfähigen Organisationen vor. Die Obama-Strategie sah hierin die Möglichkeit, den Wissenstransfer zu fördern und so eine effektive Regulierung von Technologien wie KI sicherzustellen.

Zur adäquaten Förderung der KI-Kommerzialisierung erachtet die Trump Regierung den Abbau von regulatorischen Innovationshemmnissen als entscheidend.⁶⁰ Als erforderlich sieht sie zum Beispiel die Erlaubnis für Bundesstaaten und Gemeinden, innovative Drohnenoperationen durchzuführen, was bisher von der Luftfahrtbehörde verboten ist.⁶¹ Auch die Entwicklung einer effektiveren Regulierung für autonomes Fahren wird als Kernthema gesehen. Denn Länder oder Regionen, die als erstes einen effektiven regulatorischen Rahmen für autonomes Fahren verabschieden, können mit Investitionen von Fahrzeugherstellern und Anbietern intelligenter Infrastruktur und sonstigen Unterstützungsdienstleistungen rechnen – unabhängig von ihrem jeweiligen Entwicklungsstand bei KI. Bereits 2017 veröffentlichte das Verkehrsministerium ein Update der *Federal Automated Vehicles Policy* von 2016, das Entwicklern automatisierter Fahrzeuge eine nicht-regulatorische Anleitung für die sichere Integration fahrerloser Fahrzeuge in den USA bietet.⁶² Weiter ließ die nationale Nahrungsmittel- und Medizinbehörde (FDA) im April 2018 das erste KI-basierte Medizindiagnostikgerät zu.⁶³

Andere Regulierungen der Regierung wie im Bereich Immigration schwächen dagegen die Führungsposition der USA. Das *Center for American Entrepreneurship* hat herausgefunden, dass 43 Prozent (2017) der Fortune 500-Gründer Ein-

wanderer oder Kinder von Einwanderern sind.⁶⁴ Welche Folgen die Einwanderungspolitik haben kann, zeigt das Beispiel von Sara Sabour, einer jungen iranischen Forscherin bei Google, der ein US-Visum verweigert wurde und die daher mit Geoffrey Hinton, einer Google KI-Koryphäe, nach Toronto zog.⁶⁵

Der öffentliche Sektor als Nutzer von KI: Die Strategiedokumente sehen den öffentlichen Sektor nicht nur als Förderer, sondern auch als KI-Nutzer an. Die USA liegen weltweit auf Platz zwei (hinter den Vereinigten Arabischen Emiraten) bei der Beschaffung fortschrittlicher Technologie durch öffentliche Einrichtungen.⁶⁶ Das Beschaffungsvolumen der öffentlichen Hand wurde unter Obamas als Chance erkannt, um durch entsprechende Vorgaben Anreize für die Entwicklung ethisch korrekter, transparenter und fairer KI zu schaffen.⁶⁷ Auch wenn in der Management-Agenda der Trump-Regierung KI nicht

explizit genannt ist, bildet es doch eine zentrale Säule zur Effizienzsteigerung der öffentlichen Verwaltung.⁶⁸ Gleichzeitig wird dem Teilen von öffentlichen Daten ein zentraler Stellenwert eingeräumt, um KI Anwendungen außerhalb des öffentlichen Sektors zu fördern. Zudem führt die *General Services Administration* (GSA) Pilotprogramme durch, die KI nutzen, einschließlich eines Tools zur Vorhersage der Einhaltung von Vorschriften, das in diesem Jahr für die Produktion in cloud.gov geplant ist.⁶⁹ Ein weiteres konkretes Beispiel ist das 2015 im *Silicon Valley* gegründete DIUx, das „eine agile Regierungseinheit [ist], die Unternehmen Kapital zur Verfügung stellt, um nationale Verteidigungsprobleme zu lösen“.⁷⁰ Investitionen erfolgen innerhalb von 90 Tagen in Form von sogenannten Pilotverträgen, die gleichzeitig die Hürden für mögliche Folgeverträge senken.⁷¹ Obwohl sich die Integration der DIUx-geförderten Innovationen in das DoD als schwierig gestaltet und die kulturelle Kluft zwischen Militär und *Silicon Valley* die Zusammenarbeit erschwert, plant auch das DoD unter Trump an DIUx festzuhalten.⁷²

-
- 6 Metz, 2018
- 7 White House, 2016a; White House 2016b; White House 2016c
- 8 White House, 2016b: 8
- 9 Kratsios gilt als zentrale Figur in der Technologiepolitik, zumal die Ernennung von Kelvin Droegemeier als wissenschaftlicher Berater der Regierung und Leiter des Büros für Wissenschafts- und Technologiepolitik des Weißen Hauses (Office of Science and Technology Policy, OSTP) noch aussteht (Reardon, Witze, 2018).
- 10 Metz, 2018
- 11 White House, 2018b
- 12 Dutton, 2018; Sputnik, 2018
- 13 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 14 Statista, 2018a
- 15 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 16 In den USA befinden sich 124 der Top 500 Supercomputer 2018, davon sechs aus den Top 10 (Top500.org, 2018). Zudem erwirtschaften amerikanische Firmen zusammengenommen den höchsten Umsatz mit Halbleitern, im Vergleich zu den Industrieumsätzen anderer Länder. Die EE Times geht zudem davon aus, dass amerikanische Firmen in 2016 den weltweiten Markt in der Herstellung von FPGA Chips dominierten (Dilien, 2017).
- 17 CS Ranking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 18 White House, 2016a; Shepardson, 2018
- 19 White House, 2016b: 26–27
- 20 White House, 2018d
- 21 Coldeway, 2016
- 22 Metz, 2018
- 23 White House, 2018d: 7
- 24 115th Congress, 2017
- 25 Stefanik, 2018
- 26 Alle genannten Beträge von Fremdwährungen wurden zur Vereinheitlichung in Euro umgerechnet und auf- bzw. abgerundet (Umrechnungskurs vom 30.08.2018)
- 27 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 28 White House, 2016a: 25
- 29 White House, 2018d: 5; Corrigan, 2018
- 30 CS Ranking, 2016–2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 31 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 32 Groth, Nitzberg, 2018: 159.
- 33 Shepardson, 2018
- 34 Corrigan, 2018
- 35 NSF, 2018b
- 36 White House, 2017a: 1–2
- 37 Ebenda
- 38 White House, 2016b: 16–17
- 39 Ebenda: 6–7, 15
- 40 White House, 2016a: 7–8
- 41 Metz, 2018
- 42 White House, 2017a: 1–2
- 43 NSF, k. D.
- 44 Ebenda
- 45 World Economic Forum, 2017: 303 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 46 NSF, 2018a: 28
- 47 Launchbury, k. D.
- 48 FBO, 2018
- 49 giovini, n. D.:1
- 50 Vgl. Groth, Nitzberg, 2018
- 51 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018: 8–9 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 52 CB Insights, 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 53 Ebenda
- 54 Ebenda
- 55 CB Insights, 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 56 M-Cam, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 57 Dadich, 2016
- 58 World Economic Forum, 2017: 303 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 59 White House, 2016a: 17, 27
- 60 White House, 2018b
- 61 White House, 2017b
- 62 NHTSA, 2017
- 63 FDA, 2018
- 64 Buchanan, 2017
- 65 Metz, 2017
- 66 World Economic Forum, 2017: 303 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 67 White House, 2016a: 34
- 68 White House, 2018a
- 69 White House 2018: 6
- 70 DIUX, k. D.
- 71 Ebenda
- 72 Simonite, 2017



China

Aufholen und Überholen – mit massivem Kapitaleinsatz

- › Die Strategie ist das einzige der verglichenen Dokumente, das messbare volkswirtschaftliche Ziele und Benchmarks enthält
- › Bestrebungen, KI Förderung zu zentralisieren und den Einsatz von KI zu kontrollieren
- › Förderung der KI-Grundlagenforschung durch neue Institute und Lehrstellen sowie durch die Anwerbung von Forschern mit Hilfe des *Thousand Talents*-Programms
- › Ausbildung in sogenannten „KI“-Berufen mit Schnittstellen zu KI
- › Aufbau thematischer Innovationsplattformen in Kooperation mit Technologiefirmen

I.) Einleitung

In der KI sieht die Regierung in Peking eine „strategische Gelegenheit“ um die Wirtschaft des Landes hinzu einer wissensbasierten Wirtschaft zu transformieren. Die Strategie, die der Staatsrat im Juli 2017 veröffentlichte, plant dies in drei Schritten:

- › bis 2020 die führenden KI-Nationen einholen und eine KI-Industrie im Wert von 19 Mrd. Euro und verbundene Industriezweige im Wert von 126 Mrd. Euro zu schaffen;
- › bis 2025 die weltweite Führungsposition bei KI übernehmen und den Wert der KI-Industrie auf 51 Mrd. Euro bzw. verbundene Industriezweig auf 635 Mrd. Euro steigern;
- › bis 2030 die Vormachtstellung mit einem Wert der Industrie von 130 Mrd. Euro bzw. verbundene Industriezweig von EUR 1,2 Bill. Euro erlangen.⁷³

Noch liest sich die Strategie wie eine „Wunschliste für den Weihnachtsmann“⁷⁴ und macht wenig konkrete Vorschläge zur Erreichung der Ziele. Dass die Visionen aber Realität werden können, begründen Experten mit der Größe und Experimentierfähigkeit des Landes.⁷⁵

Ebenso wie beim Megaprojekt der *One Belt, One Road*-Initiative,⁷⁶ zielen die Investitionen in KI einerseits auf globalen Einfluss, andererseits gibt es innenpolitische Gründe. Ähnlich wie in Südkorea gilt auch in China der Sieg von Google DeepMinds „AlphaGo“ im chinesischen Spiel Go als „Sputnik“-Moment, wie der sprunghafte Anstieg an Suchanfragen zu „Künstlicher Intelligenz“ auf Baidu (dem Äquivalent von Google in China) nach dem Wettkampf zeigten.⁷⁷ Zudem errechnete eine Studie des McKinsey Global Institutes, dass die Hälfte aller wirtschaftlichen Aktivitäten des Landes automatisiert werden können.⁷⁸ Neben Risiken für den Arbeitsmarkt, bietet KI die Chance, das Produktionsniveau trotz alternder Bevölkerung stabil zu halten. Auch die explodierenden Kosten der Gesundheitsversorgung könnten gesenkt, Korruption besser bekämpft und ein effektiveres Verkehrswesen geschaffen werden.⁷⁹

II.) Voraussetzungen für KI

Außer Indien kann kein anderes Land mit dem enormen Datenvolumen der geschätzten 730 Mio. chinesischen Internet-Nutzer⁸⁰ mithalten. Zwar liegt China auf dem letzten Platz unter den verglichenen Ländern bei Verfügbarkeit und Qualität von öffentlicher Daten (19,64 von 100 Punkten⁸¹). Dies wird jedoch durch die Datenpools der großen chinesischen Technologieunternehmen ausgeglichen, die allein bei Facebook-Konkurrent WeChat durch eine Mrd. Nutzer monatlich gefüllt werden.⁸² Zudem erlaubt es das Staatssystem der Regierung, sehr viel systematischer Daten zu sammeln und zu nutzen, als beispielsweise in den USA. Gepaart mit der höchsten Anzahl an Top-Supercomputern (208/500)⁸³ sowie dem größten geschätzten Talentepool nach den USA,⁸⁴ verfügt China über beste grundlegende Voraussetzungen, um seine globale Position im Bereich KI weiter auszubauen. Als strategische Schwäche offenbarte sich jedoch 2015

eine fehlende Halbleiterproduktion, als die US-Regierung den Chipherstellern den Verkauf von Halbleitern nach China verbot.⁸⁵

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Ethik, ein Thema zweiten Rangs mit wachsender Bedeutung

In China stehen Datenschutz und die ethischen Implikationen von KI bisher hinter den wirtschaftlichen Dimensionen zurück. Schrittweise sollen erst zwischen 2020 und 2030 Gesetze, Vorschriften, ethische Normen und Sicherheitskontrollen für KI geschaffen werden. Das für 2020 geplante *Social Credit System* etwa, dient eher der gesellschaftlichen Steuerung und Vermeidung politischer und sozialer Konflikte als dem Datenschutz. Auch der letzte Absatz des Strategischen Plans *Public Opinion Guidance* lässt keinen Zweifel daran, dass die öffentliche Meinung zu steuern ist. Andererseits gewinnen ethische Fragestellungen in Fachkreisen an Bedeutung, wie die Diskussionen um „moralische Maschinen“ und stärkere Kontrollen in Folge eines Berichts des Tencent Instituts zeigen.⁸⁶

Der nationale KI-Plan des Staatsrates hat im zentral gesteuerten China Gewicht, zumal es sich in den „chinesischen Traum“ von Xi Jinping einfügt. Das Dokument systematisiert nicht nur die Förderung von KI, die bereits in unterschiedlichen Strategieplänen angelegt ist,⁸⁷ sondern regelt auch die institutionellen Zuständigkeiten auf nationaler Ebene neu. KI-nahe Strategien, wie zum Beispiel der „Internet Plus“ Plan und der „KI Drei-Jahres Implementierungsplan“, werden von der Staatlichen Kommission für Entwicklung und Reform, dem Ministerium für Wissenschaft und Technologie, dem Ministerium für Industrie und Informationstechnologie sowie der *Cyber-space Administration of China* verantwortet.⁸⁸ Der KI-Plan des Staatsrates sieht dagegen den Aufbau eines neuen Büros unter der Leitung des Ministeriums für Wissenschaft und Technologie vor, welches allein für die Umsetzung der Strategie

die Verantwortung trägt. Dies entspricht einer allgemeinen Zentralisierungstendenz, wie auch die Versuche der Regierung, die heimischen Technologieunternehmen zu kontrollieren, zeigen (vgl. Kapitel Kommerzialisierung).

IV.) Forschung und Entwicklung

Zwar lagen 2016 die Ausgaben für F & E bei nur etwa 2,1 Prozent des BIP, in absoluten Zahlen gibt China damit jedoch nach den USA weltweit das meiste Geld für F & E aus.⁸⁹ Ähnlich wie in Südkorea, kommen mehr als drei Viertel der Forschungsausgaben von Unternehmen, woraus sich eine generelle Dominanz anwendungsorientierter Forschung schließen lässt. Die Grenzen zwischen Unternehmen und der Regierung sind teilweise fließend. Daher ist auch davon auszugehen, dass die wirtschaftlichen Ziele der KI Strategie durch staatliche Unterstützung für F & E vorangebracht werden. Im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung gibt es vergleichsweise wenige Wissenschaftler⁹⁰ und auch an KI-Forschern mangelt es. Seit 2016 forschen etwa 271 Lehrkräfte aktiv in den Bereichen KI, *computer vision*, *machine learning*, *data mining*, *natural language processing* und Robotik an elf Institutionen mit schätzungsweise etwa 800 Promovenden jährlich.⁹¹ Und auch wenn das *McKinsey Global Institute* von mehr Institutionen ausgeht (30⁹²) sind diese Zahlen bisher zu gering, um den Führungsanspruch in der KI-Forschung auszufüllen. In der Anzahl der wissenschaftlichen KI-Publikationen ist das Land bereits weltweit führend (2017: 11.383), ihr Einfluss bleibt aber hinter denen der amerikanischen und britischen Forscher zurück, im Bereich Statistik und Wahrscheinlichkeit, ist es gar nur Platz sechs.⁹³ Die hohe Anzahl der Publikationen im Verhältnis zum eher geringen Einfluss, lässt den Schluss auf eine geringe wissenschaftliche Innovationskraft zu.

Forschungsbereiche und Instrumente zur Förderung von Forschung

Den Status als einen der „führenden globalen KI Hubs“⁹⁴ begründen vor allem Privatinvestitionen in anwendungsorientierte F & E, die auch das Ergebnis einer staatlich gewollten Annäherung

von Hochschulen und Unternehmen seit den 1980ern ist. So wurde im Zuge der Reform- und Öffnungspolitik den Universitäten eine größere Autonomie eingeräumt und die öffentlichen Fördergelder gekürzt, um die Einwerbung von Drittmitteln zu stimulieren, was zu ihrer Konzentration auf Kommerzialisierung führte. In der Folge habe jedoch „die Priorität, schnelle wirtschaftliche Vorteile, Sozialkapital und Hierarchiestatus zu verfolgen, die Anreize für Forscher, langfristige Grundlagenforschung zu betreiben, verringert“.⁹⁵ Als Antwort auf diese Schwäche sieht die KI-Strategie eine Förderung der Grundlagenforschung in unterschiedlichen Theoriebereichen vor.⁹⁶ Eine weitere Dimension, nach der die Strategie Fokusbereiche festlegt, sind Technologiesysteme.⁹⁷ Um diese Bereiche und Systeme voranzubringen, sollen neue Institute, Studiengänge und Doktorandenprogramme geschaffen werden, jedoch ohne konkrete Zielgrößen zu nennen. Genau wie die Technologieunternehmen⁹⁸ möchte auch die Regierung dem Mangel an Talenten begegnen und hat dafür bereits 2008 das *Thousand Talents*-Programm geschaffen. Es soll führende im Ausland lebende chinesische Wissenschaftler, Akademiker und Unternehmer nach China zurückholen sowie internationalen Experten den Zugang zu chinesischen Forschungsinstitutionen erleichtern. Verringerte Bürokratie und finanzielle Anreize haben bereits viele Talente dazu bewegt, zurück zu kommen – wenn auch nicht die „Besten der Besten“.⁹⁹ Die in den USA promovierten Forscher kommen kaum zurück und wenn doch, bleiben sie nicht dauerhaft. Wichtiger als die finanziellen Anreize sind die Rahmenbedingungen für Forschung. Alibaba, SenseTime und weitere Technologieunternehmen begegnen der doppelten Problematik – Fachkräftemangel und unzureichende Grundlagenforschung – pragmatisch, in dem sie eigene milliardenschwere Forschungslaboren in den USA aufbauen.¹⁰⁰

Zusätzlich plant die Regierung, Bildungseinrichtungen ebenso wie Firmen darin zu unterstützen, Arbeitskräfte entsprechend fortzubilden und Nachwuchs zu fördern. Zugleich soll die Ausbildung von Chinesen in sogenannten „KI +“ Berufsfeldern gestärkt werden (siehe Textbox).

Damit folgt China einem Ansatz, der unter dem Begriff „Digital-Gesellschaft 5.0“ von den Japanern geprägt wurde.

Unter „KI+“ Berufen versteht die Regierung Berufsfelder im Bereich Wirtschaft, Soziales, Management oder Recht an der Schnittstelle zu KI. Um dies zu erreichen sieht die Strategie vor, die Ausbildung zu KI und Mathematik, Informatik, Physik, Biologie, Psychologie, Soziologie, Recht und anderen Disziplinen stärker zu verbinden.

Auch die Armee hat das disruptive Potenzial von KI erkannt, um einen entscheidenden Vorteil gegenüber konkurrierenden Mächten zu erreichen. Daher fördert sie, aktuell noch angelehnt an DARPA, anwendungsorientierte F & E zu intelligenten und autonomen unbemannten Systemen, KI-fähiger Datenfusion, Informationsverarbeitung und Nachrichtenanalyse, Kriegsspiel, Simulation und Ausbildung, Verteidigung, Offensive und Kommando in der Informationskriegsführung sowie KI-Unterstützung bei Planung, Führung und Entscheidungsfindung.¹⁰¹

V.) Kommerzialisierung

Die enorme Größe des Binnenmarkts birgt große Potenziale für die Skalierung von KI-Anwendungen, die die chinesischen „Digital Barone“, darunter Baidu, Alibaba und Tencent (siehe Grafik 3) bereits nutzen.¹⁰² Zugleich beheimatet das Land, nach den USA, weltweit die zweitmeisten KI-Startups (383),¹⁰³ wovon CB Insights acht zu den 100 einflussreichsten zählt.¹⁰⁴ Der weltweit höchste Anteil an Beteiligungsfinanzierungen an KI-Startups stammte 2017 aus China (48 Prozent, USA: 38 Prozent¹⁰⁵) ebenso wie das KI-Startup, welches weltweit die höchste Finanzierung eingesammelt hat.¹⁰⁶ Die positiven Entwicklungen spiegeln sich auch in einer explosionsartigen Zunahme an Patenpublikationen, insbesondere unter dem Stichwort *deep learning*, nieder.¹⁰⁷ Demnach ist China den USA um ein achtfaches überlegen (siehe Grafik 4). Eine tiefergehende Ana-

lyse zeigt allerdings (siehe Grafik 5), dass nur ein sehr geringer Teil der Patente ein internationales Äquivalent besitzt und somit außerhalb Chinas auch durchsetzungsfähig ist (zwischen 2015 und 2017 sind das durchschnittlich 1,3 Prozent aller globalen KI-bezogenen Patente für China, im Vergleich zu den USA mit 74 Prozent¹⁰⁸). Vor dem Hintergrund dieses Ungleichgewichts stellt sich die Frage, in welcher Form das Land von seinem stetig wachsenden globalen Einfluss Gebrauch machen wird, um das internationale Patentregime mitzugestalten, oder sein eigenes Regime an Institutionen aufzubauen, wofür es bereits Präzedenzfälle gibt.

Regulierung: Durch stärkere Kontrollmechanismen, zum Beispiel durch Parteigremien in Unternehmen, möchte die Regierung vor allem ihren Einfluss auf die Tech-Riesen erhöhen.¹⁰⁹ Gegenüber globaler Konkurrenz genießen chinesische Firmen aufgrund des geschützten Marktes jedoch große Vorteile. Fraglich ist allerdings, ob ihnen die Kommerzialisierung auch international gelingen wird. Denn ihre KI-Anwendungen bauen auf kulturell, sprachlich und geografisch gebundenen Daten auf, deren Grenzen auch durch das „chinesische Intranet“ gesetzt sind.¹¹⁰ Hinzu kommt ein in den USA und Europa wachsendes Bewusstsein und Regulierung (etwa die DSGVO) zum Datenschutz, das es Firmen erschweren wird, ihre unter chinesischen Datenschutz-Standards entwickelten KI-Produkte dorthin zu exportieren¹¹¹ oder aber in diesen Märkten ähnliche Daten zu sammeln und mittels chinesischer Verfahrensweisen weiter zu verwerten.

Technologiestandards und der Aufbau eines Systems zum Schutz von geistigem Eigentum soll in Regulierungen und Gesetzen für autonomes Fahren, Dienstleistungsrobotern und Sicherheitsmanagement verankert werden. Im Januar 2018 legte das chinesische Institut für Normung von Elektronik (CESI) ein Weißbuch zu KI-Standardisierung vor.¹¹² Um die Entwicklung einer globalen *Governance*-Struktur für KI mitzugestalten, ist das Land bereits in einem Unterausschuss für KI der Internationalen Organisation für Normung aktiv.¹¹³

Zur Förderung einer intelligenten Wirtschaft und weiteren Stärkung der Kollaboration zwischen F & E und Anwendung, sieht die Strategie Maßnahmen zur Unterstützung neuer KI-Industrien,¹¹⁴ Modernisierung bestehender Industrien, die Schaffung von KI-Innovationsleuchttürmen sowie den Aufbau von KI-Innovationsplattformen vor.¹¹⁵ Zudem sind Pilotprojekte zur Öffnung staatlicher Daten sowie zum Aufbau von KI *open source* Hardware- und Software-Infrastruktur Plattformen vorgesehen. Obwohl die Strategie vage bleibt, wie die Plattformen funktionieren sollen, gibt es bereits Beispiele: Auf der KI-Plattform „*City Brain*“ von Alibaba Cloud sollen „smarte Städte“ verwirklicht werden, ein „smarteres“ öffentliches Gesundheitswesen auf der KI-Plattform von Tencent und autonome Fahrzeuge auf der „Apollo“-Plattform von Baidu.¹¹⁶

Der öffentliche Sektor als Nutzer von KI: Neben dem o. g. *Social Credit*-System sowie den unterschiedlichen Plattformen, bei denen der Staat Anwender von KI ist, ist insbesondere der militärische Bereich bedeutsam. In der Kommerzialisierung von militärischen KI-Anwendungen hat China einen Vorteil gegenüber den USA: Chinas Modell der zivil-militärischen Fusion steht in einem starken Kontrast zu den kulturellen Widerständen, denen das Pentagon im *Silicon Valley* begegnet. Die Zusammenarbeit zwischen dem privaten und öffentlichen Sektor wird hilfreich sein, um die geforderten Anwendungen im Bereich *big data*, *cloud-computing*, KI und anderen Spitzentechnologien beim Aufbau eines gemeinsamen Einsatzführungssystems zu realisieren.¹¹⁷

Darüber hinaus sieht die Regierung auch in dem größeren Kontext von öffentlichen Gütern einen Markt für KI, für den die öffentliche Hand die Nachfrage bestimmt. Aktuell liegt die chinesische Regierung weltweit auf Platz zehn bei der Beschaffung fortschrittlicher Technologien.¹¹⁸

Infrastruktur und finanzielle Förderung: Parallel zu diesen Bemühungen auf nationaler Ebene entwickeln auch Städte und Provinzen (u. a. Peking, Shanghai und Tianjin) ihre eigenen Pläne und Strategien für KI. Im Januar 2018 kündigte die Stadt Peking an, einen KI-Park für rund 1,8 Mrd. Euro zu bauen, um in Partnerschaft mit ausländischen Universitäten, Forschung und Kommerzialisierung durch Startups zu fördern. Der neue KI-Park wird sich darauf konzentrieren, Unternehmen in den Bereichen *big data*, biometrischer Identifikation, *deep learning* und *cloud-computing* anzuziehen.¹¹⁹ Kurze Zeit später kündigte auch die Stadt Tjian einen Fonds mit einem Volumen von rund 12,8 Mrd. Euro für Investitionen in die KI-Industrie und Hochschullandschaft an.¹²⁰ Diese Summe allein entspricht etwa dem elffachen Gesamtvolumen des *AI Sector Deal* der Briten. Unter anderem sollen wissenschaftliche Einrichtungen rund 3,8 Mio. Euro erhalten, wenn sie sich in Tjian niederlassen.

Parallel zur KI-Strategie hat die Regierung einen Industrieinvestitionsfonds in Höhe von 15 Mrd. Euro eingerichtet, um die Halbleiterindustrie, vor allem durch *Foundry*¹²¹-Dienstleistungen, beim Aufbau fortschrittlicher Herstellungsverfahren zu unterstützen und Gründungen bzw. Fusionen von Unternehmen zu fördern.¹²² Im Ergebnis wurde 2016 und 2017 in China der Bau von zehn neuen Halbleiterwerken und *Foundries* geplant.¹²³ Diese Entwicklungen sind beachtenswert, da traditionelle Computerarchitekturen für die Nutzung von KI an ihre Grenzen stoßen. Fortschrittliche Werkstofftechnik gilt daher als „Schlüssel zur Erschließung des kommerziellen Wertes von KI“.¹²⁴

- 73 New America, 2017 (Übersetzung des *Next Generation Artificial Intelligence Development Plan*)
- 74 Webster, Creemers, Triolo, Kania, 2017
- 75 Metz, 2018
- 76 Economist, 2018: 13–18
- 77 Ding, 2018: 20
- 78 Barton, Woetzel, Seong, Tian, 2017: 1
- 79 Webster, Creemers, Triolo, Kania, 2017
- 80 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 81 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 82 Statista, 2018
- 83 In den Top 10 der Top 500, finden sich dagegen nur 2 Super-Computer aus China (Top500.org, 2018), (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 84 CS Ranking, 2016–2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 85 Barton, Woetzel, Seong, Tian, 2017: 8
- 86 Ding, 2018: 30
- 87 13. Fünfjahresplan für die Entwicklung der nationalen strategischen und aufstrebenden Industrien (2016–2020), „Internet Plus“ und „KI Dreijahres-Implementierungsplan“ (2016–2018)
- 88 Ding, 2018: 14
- 89 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 90 1096 auf eine Million Einwohner (UNESCO, k. D.), (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 91 CS Ranking, 2016–2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 92 Barton, Woetzel, Seong, Tian, 2017: 8, 15
- 93 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 94 Barton, Woetzel, Seong, Tian, 2017; Ding, 2018: 25
- 95 Chen, Sanders, Wang, 2008: 10
- 96 *Big data intelligence theory; Cross-media sensing and computing theory; Hybrid and enhanced intelligence theory; Swarm intelligence theory; Autonomous coordination and control, and optimized decision-making theory; High-level machine learning theory; Brain-inspired intelligence computing theory; Und Quantum intelligent computing theory.*
- 97 *Knowledge computing engines and knowledge service technology; Cross-medium analytic reasoning technology; Key swarm intelligence technology; Hybrid enhanced intelligent new architectures and technologies; Autonomous unmanned systems intelligent technology; Virtual reality intelligent modeling technology; Intelligent computing chips and systems; Und natural language processing technology.*
- 98 Chou, 2018; Marr, 2018; MIT, 2018
- 99 New York Times, 2013
- 100 Shu, 2017; MIT, 2018
- 101 Horowitz, Kania, Allen, Scharre, 2018
- 102 French, 2018
- 103 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018: 8–9 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 104 CB insights, 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 105 Varadharajan, 2017: 31
- 106 CB insights 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 107 Anzahl der Patentpublikationen bei einer Stichwortsuche „Deep Learning“ in Titel oder Abstract eines Patents (www.epo.org). Die Anzahl der Patente sagt allerdings nichts über ihre Qualität aus.
- 108 M-Cam, 2018 (vgl. Kapitel „Methodologie Cambrian KI Index). In dem Cambrian KI Index arbeiten wir mit den international durchsetzbaren Patent-Zahlen, da dies die bisher global akzeptierte Verfahrensweise ist. Wir weisen jedoch darauf hin, dass strategisch motivierte Leser die weitere Entwicklung der China-internen Zahlen genauestens beobachten sollten, um auf einen etwaigen Regime-Wettbewerb vorbereitet zu sein
- 109 Ding, 2018: 18
- 110 Webster, Creemers, Triolo, Kania, 2017
- 111 Murison, 2018
- 112 Luo, Kaja, Karch, 2018
- 113 ISO, 2017
- 114 *Smart software and hardware, smart robots, smart delivery tools, virtual and augmented reality, smart terminals, basic Internet of Things devices*
- 115 *AI Open-Source Hardware and Software Infrastructure and Platforms; Group Intelligent Service Platforms; Hybrid Enhanced Intelligent Support Platforms; Autonomous Unmanned System Support Platforms; AI Basic Data and Security Detection Platforms.*
- 116 Varadharajan, 2017: 21–30
- 117 Horowitz, Kania, Allen, Scharre, 2018
- 118 World Economic Forum, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 119 Reuters, 2018a
- 120 Reuters, 2018b
- 121 Foundries sind im Bereich der Mikroelektronik tätige Unternehmen, die in Halbleiterwerken Produkte für andere Halbleiterunternehmen herstellen
- 122 Ernst, 2016
- 123 Dieseldorf, 2016
- 124 Bajikar, 2018;



Großbritannien

Erstklassige KI-Wissenschaft, Herausforderungen für die Kommerzialisierung

- › Förderung von KI auf Basis einer Vereinbarung zwischen Privatsektor und Regierung;
- › Hauptaugenmerk liegt auf dem Alan Turing Institut zur Förderung von Forschung sowie Instrumenten zur Kommerzialisierung geistigen Eigentums von Universitäten.
- › Fokus zudem auf Ethik und KI durch ein dafür gegründetes Zentrum und eine geplante internationale Konferenz zur Entwicklung von KI-Governance-Standards.
- › Indizien weisen in Folge des Brexit auf engere Kooperation mit den USA hin.

I.) Einleitung

Mit einer Abmachung zwischen öffentlichem und privatem Sektor, dem *AI Sector Deal*, zeigen die Briten ihren Weg auf, um das Land in Sachen KI führend aufzubauen. Dieser Deal ist eine von vier Abmachungen,¹²⁵ unter der übergeordneten Industriestrategie, die die Vision verfolgt, das Vereinigte Königreich zur weltweit innovativsten Wirtschaft zu machen, gute Arbeitsplätze und höhere Produktivität zu schaffen, die Infrastruktur zu verbessern, der beste Platz für

Unternehmensgründung zu sein und Wohlstand in den Gemeinden sicherzustellen.¹²⁶ Mit über einer Milliarde Euro soll Bildung gefördert, Infrastruktur aufgebaut, ein förderliches Geschäftsumfeld sowie Orte für F & E von KI geschaffen werden. Davon stammen ca. 673 Mio. Euro aus neu zugewiesenen Mitteln und etwa 382 Mio. Euro aus bestehenden Budgets, aus staatlichen, industriellen und universitären Beiträgen. 280 Mio. Euro sind für „verbundene und autonome Fahrzeuge“ vorgesehen.¹²⁷ Einen Zeitplan für die Bereitstellung der Fördergelder gibt es nicht.

II.) Voraussetzungen für KI

Zwar verfügt das Land mit rund 62 Mio. Internetnutzern nur über einen vergleichsweise kleinen Pool privater Daten,¹²⁸ bei Qualität von Daten des öffentlichen Sektors ist es jedoch weltweit führend.¹²⁹ Zudem sind die Internetnutzer weniger skeptisch beim Teilen von Daten, als die kontinentaleuropäischen Nachbarn.¹³⁰ Auch bei der Ausbildung von KI-versiertem Nachwuchs, ist das Land gut positioniert. An Instituten, die seit 2016 aktiv in KI relevanten Bereichen forschen, graduieren jährlich schätzungsweise 950 Masterstudenten.¹³¹ Mit nur 22 der 500 leistungsfähigsten Computer hat das Land jedoch einen strategischen Nachteil bei der Rechenleistung.¹³² Eine heimische Halbleiterproduktion ist nicht vorhanden.

Durch den EU-Austritt verliert das Land zudem den Zugang zum gemeinsamen Markt und damit (potentiell) den Nutzerdaten der Kontinentaleuropäer, sowie Einfluss auf die Ausrichtung von F & E Förderschwerpunkten und eine mögliche gesamteuropäische *Governance* von KI in Brüssel. Ein 2017 geschlossenes Abkommen mit den USA ebnet dagegen den Weg für eine engere transatlantische Forschungsk Kooperation.¹³³ Aufgrund der Führungsrolle der USA bei KI könnte diese einen größeren Mehrwert für das Land als die Anbindung an die EU erzeugen.

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Ethische KI? Das Königreich legt den Grundstein und schafft Fakten

Während Macron von Paris als europäischem Zentrum der Diskussionen um ethische KI spricht, werden in London bereits konkrete Maßnahmen diskutiert, wie ethische Normen zur Nutzung und Entwicklung von KI entwickelt werden können. Der Bericht des britischen Oberhauses (*AI in the UK: ready, willing, and able?*) argumentiert, dass es für das Vereinigte Königreich eine Chance gibt, die globale Führung bei der Ausarbeitung internationaler Normen für die Nutzung und Entwicklung der KI zu übernehmen. Ein

globaler Gipfel dazu ist bereits für 2019 in Planung. Mit dem *Centre for Data Ethics and Innovation Consultation*, hat sich die Regierung im Juni 2018 ein Beratungsgremium dafür geschaffen.¹³⁴ Lord Puttnam, führender britischer Politiker, sieht den Verlust der Einbindung in die EU jedoch als Schwächung der Stimme des Landes im Bereich Ethik und KI.¹³⁵

Der *AI Sector Deal* wurde unter Federführung der Staatssekretäre für Wirtschaft, Energie und Industriestrategie (*Department for Business, Energy and Industrial Strategy*, BEIS) sowie für Digitales, Kultur, Medien und Sport (*Department for Digital, Culture, Media & Sport*, DCMS) gemeinsam mit den KI-Experten Professor Dame Wendy Hall, (Universität Southampton) und Jérôme Pesenti (Facebook), im April 2018 erstellt. Umgesetzt werden soll er durch das Regierungsbüro für KI (*Office for Artificial Intelligence*), welches die Verantwortung für die Umsetzung des *AI Sector Deal* trägt sowie ein im Juni 2018 geschaffener KI-Rat,¹³⁶ der das Büro beraten und die Vereinbarungen überwachen soll. Eine der ersten Aufgaben des Büros ist, Umsetzungspläne und Erfolgskriterien für jede der einzelnen Dimensionen des *AI Sector Deal* zu entwickeln. Neben der Exekutive befasst sich das *Select Committee on AI* des Oberhauses in einem ausführlichen Bericht mit dem Thema (*AI in the UK: ready, willing, and able?*). Der Bericht ist das Ergebnis einer zehnmönatigen Analyse der wirtschaftlichen, ethischen und sozialen Auswirkungen der Fortschritte in der KI und wurde durch internationale Interviews, auch in Deutschland und Frankreich, gestützt.

IV.) Forschung und Entwicklung

Das Land verfügt über beste Voraussetzungen für KI-relevante F & E. Zwar liegen die Gesamtaufgaben für F & E mit 1,69 Prozent des BIP (2016) unter den sechs verglichenen Ländern auf dem letzten Platz und in absoluten Zahlen auf Platz 5 hinter Frankreich und Deutschland.¹³⁷ Die Outputs bei KI-Forschung sind jedoch beachtlich: So waren zwischen 2016 und 2018 etwa 136 Lehrkörper an 15 Instituten aktiv in KI-Forschung involviert

(Platz drei nach USA und China), bei denen jährlich schätzungsweise 400 Doktoranden in Forschungsbereichen mit KI-Bezug promovieren.¹³⁸ Obwohl britische Forscher 2017 nur rund 2.250 Publikationen zu KI-Themen beigesteuert haben (etwa ein Viertel der chinesischen Publikationen), ist deren Einfluss weltweit führend (Platz zwei im H-Index).¹³⁹

Forschungsbereiche und Instrumente zur Förderung von Forschung

Eine wichtige Rolle kommt dem Ingenieur- und Physikalisch-Wissenschaften Forschungsrat (*Engineering and Physical Sciences Research Council, EPSRC*) zu, die zentrale Regierungsbehörde zur Finanzierung von Forschung und Ausbildung in den Ingenieur- und Naturwissenschaften. Dieser untersteht das 2015 gegründete „Alan-Turing-Institut“ für Datenwissenschaft und Künstliche Intelligenz.¹⁴⁰ Dessen Aufgaben sind u. a. Forschung, Beratung von Entscheidungsträgern und die Erarbeitung von Richtlinien um die Erklärung von KI-Entscheidungen zu unterstützen.¹⁴¹ Der Status einer nationalen Organisation erlaubt es dem Institut, interdisziplinär und in Partnerschaft mit Universitäten, Industrie und Politik zu arbeiten. Diese enge Vernetzung des öffentlichen und privaten Sektors ähnelt dem pragmatischen Kooperationsansatz der USA und grenzt sich von der eher philosophisch-normativen Ausrichtung kontinentaleuropäischer Länder ab.¹⁴²

Insgesamt sieht der AI Sector Deal unter dem Kapitel „Ideen“ Forschungsinvestitionen der Regierung in Höhe von 475 Mio. Euro vor, welche durch das EPSRC verteilt werden. Rund 47 Mio. Euro dieser Fördersumme sind für das Alan-Turing-Institut vorgesehen, etwa 93 Mio. Euro für 159 Forschungszuschüsse in KI-Technologien.¹⁴³ Eine detaillierte Gewichtung der Forschungsschwerpunkte offenbart die Verteilung der Forschungsgelder (siehe Grafik 6) durch den EPSRC sowie die Forschungsprogramme des Alan-Turing-Instituts. Demnach liegen die finanziellen Förderschwerpunkte des EPSRC auf Robotik (21 Prozent), Statistik und angewandter Wahrscheinlichkeit (18 Prozent), Informationssysteme (16 Prozent) und Mensch-Computer-Interaktion (12 Prozent), vor allem in den Sektoren Informationstechnologie (13 Pro-

zent), Luft- und Raumfahrt, Verteidigung und Marine (10 Prozent) sowie Umwelt (8 Prozent). Zu den weiteren Sektoren zählen unter anderem das Gesundheitswesen, Energie und das Transportsystem.¹⁴⁴ Die Forschungsprogramme des Alan-Turing-Institutes, die teils von privatwirtschaftlichen Partnern mitfinanziert werden, decken die Bereiche *Policy*-Entwicklung, Gesundheitswesen, Datenwissenschaft in der Wirtschaft, Verteidigung und Sicherheit, *data-centered engineering*, und *data science at scale* ab. Hinter Letzterem verbirgt sich Forschung zu Algorithmen, wie sie z. B. im Bereich *deep learning* benötigt werden sowie die Verbesserung der Hardware, um die Geschwindigkeit und Effizienz datengetriebener Rechenaufgaben zu erhöhen.¹⁴⁵ Darüber hinaus unterstützt das Institut andere Akteure, auch in Partnerschaften, um an den „Herausforderungen“ Revolutionierung des Gesundheitswesens, sichere und intelligente Technik, Sicherheitsmanagement in einer unsicheren Welt, Verstehen der Wirtschaft, algorithmische Systeme fair, transparent und ethisch einwandfrei gestalten, Entwicklung von Computern für die nächste Generation von Algorithmen, Nutzung von KI in Geisteswissenschaften sowie Stärkung von Innovation im öffentlichen Sektor zu forschen.¹⁴⁶

Neben Geldern für Forschungszuschüsse sind auch Investitionen in den Arbeitsmarkt vorgesehen. Dazu gehört der Aufbau eines *Fellowship*-Programms am Alan-Turing-Institute sowie die Erhöhung der öffentlich unterstützten Promotionsstellen in KI-Fächern von jährlich 200 (2020–21) auf 1.000 (2025). 110 Mio. Euro werden für Promotionsstipendien über das EPSRC verteilt,¹⁴⁷ ergänzt durch Beiträge des Privatsektors.¹⁴⁸ Um den Pool an künftigen Forschern zu vergrößern, investiert die Regierung 453 Mio. EUR in die Bildungsbereiche Mathematik, Digitales und Technik an Schulen, inklusive der Kompetenzverbesserung von 8.000 Informatiklehrern. Zur Erhöhung der Diversität unter den KI-Forschern, aber auch im Lichte des Brexit, wird ausländischen KI-Talenten zudem die Einreise vereinfacht.

V.) Kommerzialisierung

Im Vergleich zu den USA und China ist die Startup-Szene des Landes zwar zweitrangig, in Europa jedoch führend. In keinem anderen europäischen Land haben mehr KI-Startups (245) ihren Sitz, vier davon rangieren auf der Liste der einflussreichsten KI-Startups.¹⁴⁹ Auch ausländische KI-Pioniere wie etwa Google, Amazon und HPE aus den USA, Element AI aus Kanada, Ironfly Technologies aus Hong Kong oder Astroscale aus Japan haben dem *AI Sector Deal* explizite Beiträge zugesichert.¹⁵⁰ Beiträge britischer Großunternehmen finden sich dagegen kaum (Ausnahme: Rolls Royce). Auch in der Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft in F & E ist das Land Champion in Europa (weltweit: Platz sechs).¹⁵¹ Dies zeigt Wirkung. Immer mehr Unternehmen werden von Absolventen gegründet und die Einnahmen aus Auftragsforschung und der Vermarktung geistigen Eigentums steigen.¹⁵² Diese positiven Entwicklungen liegen allerdings noch weit hinter den Erwartungen zurück. Das Parlament sieht gar „Großbritanniens historische Schwäche bei der Kommerzialisierung“,¹⁵³ was ebenfalls durch geringe Anzahl an KI Patentpublikationen zum Ausdruck kommt.¹⁵⁴

Regulierung: Die Kommerzialisierung kann durch die Lizenzierung von geistigem Eigentum an bestehende Unternehmen oder durch die Gründung neuer, *spin-out*-Unternehmen erreicht werden. Um dies zu erleichtern, haben viele Universitäten sogenannte *Technology Transfer Offices* eingerichtet, die jedoch aufgrund organisatorischer und akademisch-kultureller Einschränkungen nicht ausreichend leistungsfähig sind.¹⁵⁵ Der *Industry Challenge*-Fonds, als Teil der Industriestrategie verfolgt das Ziel, Wissenschaft und Unternehmensinnovation zu stärken. Der Fonds ist in Förderstränge („Herausforderungen“) unterteilt,¹⁵⁶ von denen drei durch den *AI Sector Deal* finanziell gestärkt werden sollen. Diese sind: Buchhaltungs-, Versicherungs- und Rechtsdienstleistungen „der nächsten Generation“ (22 Mio. Euro), „Roboter für eine sicherere Welt“ (103 Mio. Euro) sowie „Daten zur Früherkennung und Präzisionsmedizin“ (234 Mio. Euro).¹⁵⁷ Zusätzlich sollen Universitäten bei der Vermarktung von

Forschung und Innovation in Zusammenarbeit mit Unternehmen bis 2021 mit rund 280 Mio. Euro pro Jahr unterstützt werden, begleitet vom 110 Mio. Euro schweren *Connecting Capability*-Fond, der Universitäten bei der Bündelung von Kapazitäten und dem Austausch bewährter Verfahren bei der Kommerzialisierung fördert.¹⁵⁸

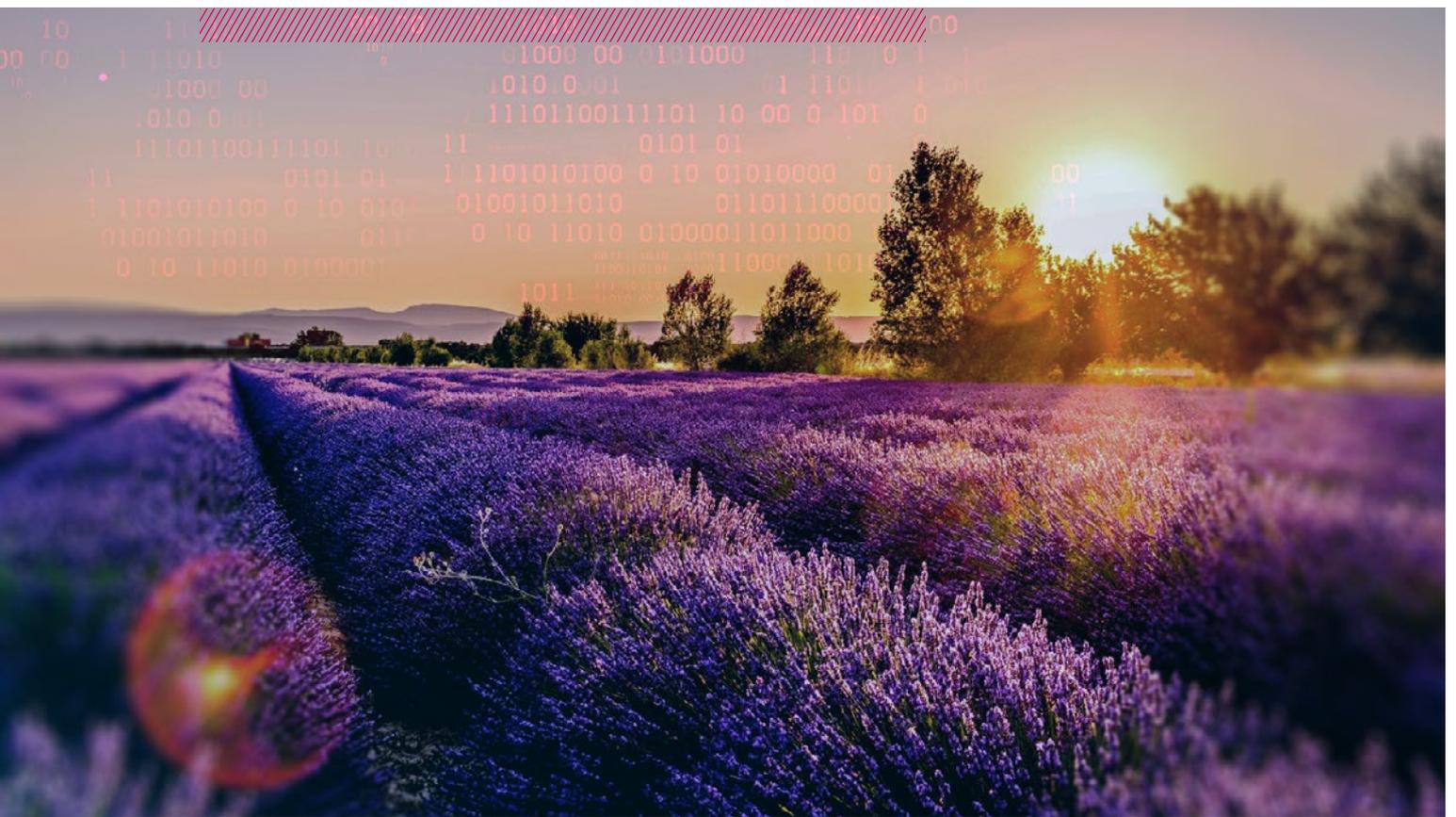
Neben der Bereitstellung von Mitteln für den Technologietransfer wird die Verwaltung von Forschung und Innovation durch das Gesetz über Hochschulbildung und Forschung umstrukturiert. Das beinhaltet auch die Gründung der Dachorganisation *UK Research and Innovation* (UKRI), dessen Hauptaktivität die Verwaltung des *Industry Challenge*-Fonds ist und Unternehmen ein klares Verständnis der Möglichkeiten verschafft, die sich aus dem geistigen Eigentum der britischen Forschungsgemeinschaft ergeben.¹⁵⁹

Konfer, eine Initiative von UKRI, ist *Innovations-Brokerage*: Das Online-Tool (<https://konfer.online>) wurde entwickelt, um Unternehmen die Suche nach Forschern, Einrichtungen, Ausrüstung und Finanzierung zu erleichtern sowie Möglichkeiten für Universitäten zu schaffen, potenzielle Forschungspartner zu finden.

Zur Unterstützung von besonders wachstumsstarken Unternehmen soll zudem ein neuer Investmentfonds der British Business Bank dienen. Durch gemeinsame Investitionen mit dem Privatsektor sollen insgesamt etwa 8,4 Mrd. Euro (Eigenmittel: etwa 2,8 Mrd. Euro) gehebelt werden. „Innovative wissensintensive“ Unternehmen sollen zudem durch die Reform des *Enterprise Investment Scheme* (EIS) und der *Venture Capital Trusts* (VCTs) unterstützt werden, in den nächsten zehn Jahren mehr als 7,8 Mrd. Euro in wachstumsstarke Unternehmen zu investieren. Zudem sollen durch Rentenfonds Investitionen in Vermögenswerte ermöglicht werden, die innovative Unternehmen fördern.¹⁶⁰ Flankiert werden diese Maßnahmen mit Investitionen in Höhe von 23 Mio. Euro in die *Tech City UK*, zu Gunsten des Ökosystems der Digitalwirtschaft.¹⁶¹

Der öffentliche Sektor als Nutzer von KI: auch der *AI Sector Deal* sieht den öffentlichen Sektor als Innovationstreiber und Nutzer von KI. Glaubt man dem in Oxford entwickelten *AI Government Readiness Index*, hat das Vereinigte Königreich die besten Voraussetzungen für eine KI-getriebene öffentliche Verwaltung,¹⁶² obgleich das Land nur Platz 24 weltweit bei der Beschaffung von fortschrittlicher Technologie für den öffentlichen Sektor belegt.¹⁶³ Mit 22 Mio. Euro sollen Technologieunternehmen unterstützt werden, innovative und technische Lösungen für die Verwaltung zu entwickeln. Gleichzeitig will die Regierung Daten veröffentlichen, um Forschung und neue Geschäftsmodelle im Privatsektor zu fördern.¹⁶⁴

-
- 125 In der Industriestrategie werden KI, sauberes Wachstum, Zukunft der Mobilität und alternde Gesellschaft als Bereiche definiert, in denen die Regierung eine zukünftige Führungsposition für möglich hält (BEIS, DCMS, 2018: 6)
- 126 BEIS, 2017b: 13.
- 127 BEIS, DCMS, 2018: 8
- 128 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 129 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 130 Middleton, 2018
- 131 CS Ranking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 132 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 133 BEIS, 2017a
- 134 DCMS, 2018
- 135 Groth, Nitzberg, 2018: 124
- 136 Hardacker, 2018
- 137 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 138 CS Ranking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 139 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 140 Cambridge, Edinburgh, Oxford, UCL und Warwick. 2018 kamen acht weitere Universitäten hinzu: Leeds, Manchester, Newcastle, Queen Mary University of London, Birmingham, Exeter, Bristol, and Southampton
- 141 BEIS, DCMS, 2018: 13, 16, 18
- 142 Groth, Nitzberg, 2018: 316
- 143 BEIS, DCMS, 2018: 13
- 144 EPSRC, 2018
- 145 Alan Turing Institute, k. D.
- 146 Ebenda
- 147 BEIS, DCMS, 2018: 16
- 148 Ebenda: 16–17
- 149 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018: 8–9 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 150 BEIS, DCMS, 2018: 14–15
- 151 World Economic Forum, 2017: 300–301 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 152 Zwischen 2016–17 wurden 4.161 Startups von Hochschulabsolventen registriert, rund 1,345 Mrd. Euro an Einnahmen aus der Auftragsforschung generiert und fast 167 Mio. Euro Einnahmen aus der Veräußerung von geistigem Eigentum. Diese Zahlen sind das Ergebnis eines durchschnittlichen jährlichen Wachstums von 8,6 Prozent in der Veräußerung universitärem geistigen Eigentums und vier bis fünf Prozent Einnahmensteigerungen aus Forschungspartnerschaften, Auftragsforschung und Beratung zwischen 2003/04 und 2015/16 (HESA, k. D.)
- 153 Parliament UK, 2017
- 154 1,13% in 2015, 1,23 in 2016 und 1,46% in 2017 aller KI Patente nach *Assignee Country* (M-Cam, 2018), (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 155 RSM, 2018: 5–12
- 156 Publikum der Zukunft, Faraday-Batterie, Früherkennung und Präzisionsmedizin, gesundes Altern, Gesundheitsfürsorge, Dienstleistungen der nächsten Generation, Energierevolution, Quantentechnologien, Robotik, Konstruktion, Lebensmittelproduktion, Kreativwirtschaft, fahrerlose Autos, Fertigung und zukünftige Materialien und Nationale Satelliten-Testanlage (BEIS, UKRI, 2017)
- 157 BEIS, DCMS, 2018: 9, 13
- 158 BEIS, 2018: 17
- 159 UKRI, k. D.
- 160 BEIS, DCMS 2018: 20
- 161 Ebenda: 18, 21
- 162 Stirling, Miller, Martinho-Truswell, 2017
- 163 World Economic Forum, 2017: 300–301 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
- 164 BEIS, DCMS, 2018: 13, 18



Frankreich

Führungsanspruch auf dem Mittelweg

- › Netzwerk aus interdisziplinären KI-Instituten (R3IA), Fokus auch auf Nischenthemen
- › Forscher können die Hälfte ihrer Zeit kommerziell tätig sein
- › „Innovations-Spielwiesen“ und Startup-Förderung
- › Verwaltung: Beratung und Lernen von KI-Startups der „Station F“
- › Netzwerk aus freiwilligen Experten für Beratung und Sicherheit („KI-Reserve“)

I.) Einleitung

Für Frankreichs Präsident Macron stellt KI nicht nur eine große technologische, „sondern eine wirtschaftliche, soziale und daher eine politische Revolution“¹⁶⁵ dar, die er als einer der Wortführer mitgestalten wolle. Die französische Strategie sei als eine „interdisziplinäre Kreuzung aus Mathematik, Sozialwissenschaften, Technologie und Philosophie“¹⁶⁶ zu verstehen. Im März 2018 präsentierte Macron die strategischen Eckpunkte: „Ökosysteme“ aus Talenten, Forschung und Experimentierfreude, Politik der offenen Daten, verbesserte finanzielle und regulatorische Rahmenbedingungen und ethische Regeln.¹⁶⁷ Dabei unterstrich er die Notwendigkeit der europäischen Werte als Mittel-

weg zwischen den dominanten Modellen USA und China. Bis 2022 sollen dafür rund 1,5 Mrd. Euro zur Verfügung stehen, kündigte Macron medienwirksam an. Um jedoch die „digitale Souveränität“¹⁶⁸ Frankreich und Europas zu erhalten, braucht es Kooperationen, etwa über die Einbettung in eine gemeinsame EU-Forschungslandschaft zu KI. Um unabhängiger von der zeitintensiven Kooperation in Brüssel zu werden, geht ein anderer Weg über bilaterale Abkommen wie mit Kanada.¹⁶⁹ Auch mit Deutschland ist eine bilaterale Kooperation zu KI geplant.

II.) Voraussetzungen für KI

Die geringe Einwohnerzahl des Landes und die entsprechend kleine Anzahl potentieller Nutzerdaten (Platz unter den sechs Ländern¹⁷⁰) führen zu einer geringen Skalierbarkeit von KI-Anwendungen. Eine europäische Integration würde dies überwinden. Frankreich öffnet zunehmend die staatlichen Datenpools und hat so im *Open-Data*-Barometer in den letzten Jahren stark aufgeholt.¹⁷¹ Von den „Top500“-Superrechnern stehen aber nur 18 in Frankreich.¹⁷²

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Seit 2016 näherten sich eine Reihe von Akteuren aus Wissenschaft, Politik¹⁷³ und Wirtschaft (*France Digitale*, ISAI-Fonds) dem Thema KI in Frankreich mit Berichten und Veranstaltungen. Die „Fusion“ in eine nationale KI-Strategie versucht der Bericht der Initiative „#FranceIA“ des Wirtschafts- und des Bildungsministeriums. Zehn Arbeitsgruppen formulieren darin Empfehlungen für die Regierung zu den Themen Forschung, Kommerzialisierung und soziale und politische Rahmenbedingungen.¹⁷⁴ Erst Macron machte KI zur Chefsache und beauftragte den Mathematiker Cédric Villani mit der Ausarbeitung einer umfassenderen Strategie, die Ökologie, Ethik und Diversität mitdenkt.¹⁷⁵ Daraus leitete Macron die Sektoren Gesundheit, Mobilität und Verteidigung (nicht aber Ökologie) als Anwendungsbereiche seines „Nationalen Programms für Künstliche Intelligenz“ ab.¹⁷⁶ Frankreich profitiere von zentralisierten Strukturen und Organisation seines Staatswesens, wie der umfangreichen Gesundheitsdatenbank (SDSN). In Paris gäbe es bereits ein KI-Ökosystem¹⁷⁷ aus Wirtschaft und Wissenschaft. Frankreichs Präsident hat zentralisierte Entscheidungsmacht und direkten Durchgriff auf die Ministerien, anders als in den USA. Kurz nach Macrons Ankündigungen wurde die Strategie für autonomes Fahren¹⁷⁸ vorgelegt und das Verteidigungsministerium kündigte eine 100-Millionen Euro-Investition in Forschung und Anwendung von KI an.¹⁷⁹ Für die Bildung eines Netzwerks von KI-Forschungsinstituten stehen 400-Millionen Euro bereit,¹⁸⁰ auch für deutsch-fran-

zösische Projekte.¹⁸¹ Die wichtigsten Instrumente zur Förderung von Kommerzialisierung von KI enthält der Gesetzentwurf „PACTE“¹⁸² des Wirtschafts- und Finanzministeriums.

Ethik in der Forschung

Der Villani-Bericht beschreibt ausführlich die ethischen Probleme, die sich durch KI ergeben können, wie Erklärbarkeit von Entscheidungen durch Maschinen (*deep neural networks*) und das Risiko diskriminierender Algorithmen.¹⁸³ Ethische Erwägungen sollten daher als Querschnittsthema in allen Bereichen der KI-Forschung eingebaut sein. Im Moment hinkten diese der Praxis hinterher, seien jedoch für die Akzeptanz von KI erforderlich.¹⁸⁴

IV.) Forschung und Entwicklung

Zwischen 2016 und 2018 forschten nur etwa 17 Lehrkörper aktiv in KI-Bereichen¹⁸⁵, deren Einfluss durch Publikationen zu KI gemessen am H-Index international nur auf Platz sieben kommt. Einflussreicher sind sie bei *computer vision*, *language patterns* sowie Statistik, Wahrscheinlichkeit und *decision science* (Platz drei).¹⁸⁶ Die Forschungslandschaft ist fragmentiert und das System ihrer Finanzierung weder effizient noch experimentierfreudig.¹⁸⁷ So brauche die Bewilligung von Anträgen bis zu einem Jahr, sei stark an konkreten Forschungs-Outputs orientiert und hat geringe Erfolgsaussichten. Anders als in den USA fehle es zudem an Großunternehmen, die sich bei der Finanzierung und Durchführung anwendungsorientierter *upstream*-Forschung engagierten, so dass überwiegend der Staat für Forschung aufkomme.¹⁸⁸ Aufgrund der mangelnden „Durchlässigkeit“ zwischen akademischem und Privatsektor (am geringsten unter allen untersuchten Ländern¹⁸⁹) arbeiteten französische KI-Wissenschaftler lieber in angelsächsischen Systemen.¹⁹⁰

Strategische Forschungsfelder¹⁹¹

Im Bericht der *FranceIA*-Arbeitsgruppe „*upstream*-Forschung“ identifizieren die Autoren 36 „disruptive Forschungsthemen“, die sie in neun große Forschungsfelder von KI gruppieren und deren Herausforderungen in puncto Forschung sie kurz beschreiben.¹⁹² Diese sind: Wahrnehmung (visuell, auditiv), Zusammenarbeit von Mensch und Maschine (Spracherkennung, Entscheidungshilfen); *big data*, Erklärbarkeit von Entscheidungen und Handlungen von KI, Maschinenlernen (*deep learning*, *unsupervised learning*, *incremental learning*, bestärkendes Lernen); Problemlösung (Optimierung, *beyond NP*, heuristische/meta-heuristische Suche, *multi-level reasoning*); Entscheidung, Autonome Agenten und kollektive KI; Allgemeine KI (*general AI*); Ethische und soziale Herausforderungen, Akzeptanz und Datenschutz.

Forschungsbereiche und Instrumente zur Förderung von Forschung

Das Hauptinstrument der KI-Förderung im Bereich F & E ist die Schaffung eines nationalen Netzwerks von „vier oder fünf“¹⁹³ „unabhängigen aber koordinierten“ interdisziplinären KI-Instituten (RN3IA),¹⁹⁴ mit je einem thematischen Schwerpunkt. Diese werden gemeinsam von öffentlichen Universitäten und Privatunternehmen betrieben und finanziert. Zwei dieser Institute gibt es bereits, das PRAIRIE und das Institut *DataIA* (siehe Textbox). Die *FranceIA*-Experten empfehlen, alle KI-Bereiche gleichermaßen zu fördern (siehe Textbox).¹⁹⁵

Der Villani-Bericht weist hingegen darauf hin, dass es zwar notwendig sei, Bestrebungen und Finanzierungen auf Themen mit aktuell hoher Aufmerksamkeit (v. a. *deep learning*, *big data*) zu konzentrieren, ohne dabei jedoch die gleichmäßige Förderung bisher weniger beachteter Themen (Wissensrepräsentation, *semantic web*, *distributed AI* und Spieltheorie) zu vernachlässigen. Diese trügen vielleicht „den Samen der nächsten KI-Revolution in sich“.¹⁹⁶ Auch der Fokus der Lernforschung dürfe nicht ausschließlich auf *deep learning* liegen, sondern müsse sich für andere Themen öffnen. Diversität in der Forschung in so einem jungen

Feld sei entscheidend. Frankreich könne bei den aktuell weniger beachteten Themen die KI-Giganten „überraschen“,¹⁹⁷ gerade weil diese amerikanischen Großunternehmen und ihre chinesischen Pendanten all ihre Energie in die „Star-Themen“ mit hoher Aufmerksamkeit steckten.

Lehrende und Forschende aus dem In- und Ausland sollen angezogen werden durch reduzierte Bürokratie bei der Genehmigung von Forschungsanträgen und der Schaffung von „Innovations-Spielwiesen“ (vgl. Kapitel Kommerzialisierung).¹⁹⁸ Villani schlägt vor, Einstiegsgehälter an Hochschulen an denen der Tech-Giganten zu orientieren, mindestens aber zu verdoppeln,¹⁹⁹ wozu sich Macron bisher nicht äußerte. Ein weiteres wichtiges Instrument zur Forschungsförderung ist die angekündigte Bündelung und Zugänglichmachung staatlicher Datenpools auf Plattformen, die „einer Sektorlogik folgen“.²⁰⁰ Im Gesundheitsministerium läuft bereits eine Machbarkeitsstudie zur Öffnung der Gesundheitsdatenbank (SDSN) sowie ihrer Erweiterung um Klinikdaten.²⁰¹ Andere Sektoren wie etwa Mobilität oder Landwirtschaft sollen bald folgen, vorzugsweise in Kooperation mit Deutschland und der EU.²⁰² Villani schlägt zudem den Bau eines Super-Computers speziell für KI vor, der ausschließlich für französische Forscher, allen voran den „3IA“-Instituten zur Verfügung stehen solle.²⁰³ Alternativ sei auch ein europäisches Pooling von Rechenleistung durch *cloud*-Infrastruktur sinnvoll.²⁰⁴

Paris Artificial Intelligence Research Institute (PRAIRIE):

u. a. CNRS, INRIA plus Amazon, Google, Facebook und Microsoft, aber auch Suez und PSA.²⁰⁵ Schwerpunkt noch nicht öffentlich, bisher ein Programm (*OpenLab PSA*) mit Grundlagen- und Anwendungsforschung für die Automobil-Industrie.²⁰⁶

DataIA:²⁰⁷

u. a. Paris Saclay, INRIA und Ingenieurschulen plus private Akteure wie Renault, IBM Research, EDF und Axa. Bisher anwendungsorientierter Forschungsschwerpunkt mit Bezug zu *big data*, *deep learning*, digitales Vertrauen und Transparenz und gesellschaftlichen Fragen.²⁰⁸

Für weitere Zuweisungen von Mitteln aus dem angekündigten 400-Mio. Euro-Budget laufen im Moment Wettbewerbe für KI für Medizinische Diagnostik sowie Sicherheit, Verlässlichkeit und Zertifizierung von Algorithmen, die auch zusätzliche Privatinvestitionen hebeln sollen.²⁰⁹

V.) Kommerzialisierung

Asgard Capital und Roland Berger zählen 109 KI-Startups in Frankreich, weniger als halb so viele wie in Großbritannien,²¹⁰ wovon CB Insights eines (Shift Technology) zu den 100 einflussreichsten der Welt zählt.²¹¹ Nur 3,3 Prozent der weltweiten KI-Deals wurden 2016 in Frankreich abgeschlossen.²¹² Google, IBM, Samsung und andere Großkonzerne haben Zweigstellen und KI-Forschungsinstitute in Frankreich eröffnet. Einen französischen Konzern, der KI-Anwendungen global skalieren oder vermarkten könnte, gibt es jedoch nicht.

Regulierung: Um die Durchlässigkeit zwischen Forschung und Kommerzialisierung zu verbessern, sollen Forscher öffentlicher Universitäten nun neben ihrem Lehrauftrag bis zu 50 Prozent ihrer Zeit als Angestellte oder Eigentümer von Privatunternehmen tätig sein dürfen²¹³. Um Experimente im „realen Leben“ auszuprobieren und so Innovationen zu ermöglichen, schlägt Villani die Einrichtung von „Innovations-Spielwiesen“ vor, auf denen bestimmte Regulierungen zeitlich befristet gelockert werden.²¹⁴ Solche implementiert die französische Behörde für Post- und Kommunikationsregulierung (ARCEP) bereits beim Zugriff auf Bandfrequenzen.²¹⁵ Weiterhin ist vorgesehen bis 2022 schrittweise einen regulatorischen Rahmen für autonomes Fahren zu schaffen²¹⁶ und Algorithmen zu regulieren, die

Vorhersagen ermöglichen (*predictive algorithms*²¹⁷), während ein nationales Auditing-System aber durch Ex-post-Evaluierungen (statt präventiver Regulierung) die Fairness von Algorithmen überprüfen soll.²¹⁸ Zugleich sieht das „PACTE“ aber auch eine Ausweitung der „strategischen“ Sektoren vor, die der staatlichen Zustimmungspflicht bei ausländischen Investitionen unterliegen.²¹⁹ Als relevant für die „nationale Sicherheit“ werden nun auch KI, Robotik, und Großdatenbanken angesehen – was aus der Wirtschaft kritisch kommentiert wird.²²⁰

Der öffentliche Sektor als Nutzer von KI: Was die Beschaffung von fortschrittlicher Technologie durch die öffentliche Hand betrifft, ist Frankreich unter den sechs untersuchten Ländern auf dem letzten Platz.²²¹ Die verstärkte Nutzung „kompetitiver Dialoge“ mit potentiellen Auftragnehmern, als Vergabereform unter dem europäischen Vergaberecht, soll für mehr Flexibilität bei der gemeinsamen Suche nach der richtigen Anwendungen sorgen, ohne dass das Endprodukt vorher genau definiert werden muss.²²² Um die notwendigen personellen Kapazitäten in den Verwaltungen zu haben, schlägt der Villani-Bericht die Gründung eines gemeinsamen KI-Exzellenzzentrums vor sowie eine „KI-Reserve“, ein Netzwerk aus freiwilligen Experten, die einerseits bei der Beschaffung digitaler Technologien beraten und andererseits die nationale Cyber-Sicherheits-Agentur unterstützen.²²³ Am Startup-Campus *Station F* haben sich zudem, um die Arbeitsplätze für etwa 1.000 Startups herum,²²⁴ auch 30 öffentliche Dienste und Ämter angesiedelt, um einerseits Startups zum Rechtsrahmen zu beraten und andererseits selbst zu lernen, welche Innovationen dort entwickelt werden und was sie für den Staat bedeuten.²²⁵

Finanzielle Förderung von Firmen/Startup-Förderung: Um „disruptive Innovationen“ allgemein und KI im Speziellen zu fördern, wurde im Januar 2018 ein zehn Milliarden Euro schwerer „Fonds für Industrie und Innovation“ aufgelegt, aus dem 100 Mio. Euro pro Jahr für KI und 25 Mio. Euro für Nano-Elektronik ausgezahlt werden sollen.²²⁶ Für Startups, die in die etwas allgemeine Kategorie *Deep Tech* eingeordnet werden, sind 70 Mio. Euro pro Jahr vorgesehen.²²⁷

-
- 165 Wired, 2018
166 Ebenda
167 Macron, 2018
168 Ebenda
169 Diplomatie Francaise, 2018
170 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
171 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
172 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
173 OPECST, 2017
174 France Intelligence Artificielle, 2017
175 Villani, 2018
176 Macron, 2018
177 Franceisai.com/research
178 Idrac, 2018
179 Vgl. Ministère des Armées, 2018
180 Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2018a
181 Macron, 2018
182 LeMaire, Gény-Stephann, 2018
183 Villani, 2018: 65, 113ff
184 Ebenda: 65.
185 CS Ranking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
186 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
187 France Intelligence Artificielle, 2017: 8
188 Ebenda: 10
189 World Economic Forum, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
190 Macron, 2018
191 Ebenda
192 Vgl. Übersicht in France Intelligence Artificielle, 2017: 8ff.
193 Macron, 2018
194 Villani, 2018: 10
195 France Intelligence Artificielle, 2017: 10
196 Villani, 2018: 64
197 Ebenda
198 Villani, 2018: 10
199 Ebenda: 76
200 Macron, 2018
201 Ministère des Solidarités et de la Santé, 2018
202 Macron, 2018
203 Villani, 2018: 75
204 Ebenda: 54
205 INRIA, 2018a
206 INRIA, 2018b
207 Dataia.eu
208 DatalA, 2018
209 Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2018b
210 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
211 CB Insights 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
212 CB Insights, 2017a (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
213 LeMaire, Gény-Stephann, 2018: 51
214 Villani, 2018: 47f.
215 ARCEP, 2018
216 Macron, 2018; LeMaire, Gény-Stephann, 2018: 53
217 Villani, 2018: 124
218 Ebenda: 117f.
219 LeMaire, Gény-Stephann, 2018: 61
220 Usine-digitale.fr, 2018
221 World Economic Forum, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
222 Villani, 2018: 39
223 Ebenda: 56ff.
224 Wired, 2017
225 La FrenchTech
226 LeMaire, Gény-Stephann, 2018: 55
227 Ebenda



Finnland

Auf dem Weg, ein Top-Anwenderland zu werden

- › Hohe Kooperation zwischen Wirtschaft, Forschung und Verwaltung
- › Fokus auf Anpassung, Anwendung und Kommerzialisierung, etwa im Gesundheitssektor
- › Hauptsponsor *Business Finland* vergibt u. a. „Innovations-Voucher“ für Firmen
- › Protokoll für internationalen Datenaustausch („IHAN“)

I.) Einleitung

Finnland hat nur etwa fünf Mio. Einwohner, keine weltweit führende Universität, eine überschaubare (wenn auch wachsende) Startup-Szene und spätestens seit der Nokia-Krise Anfang der 2010er Jahre auch kein international operierendes Plattform-Unternehmen: „Es ist klar, dass der Großteil der KI-Entwicklungen und -Innovationen außerhalb Finnlands stattfinden wird“, stellt das Strategiepapier „Finnlands Zeitalter der Künstlichen Intelligenz“ vom Oktober 2017 fest.²²⁸ Trotzdem beansprucht es, das „führende Land bei der Anwendung von KI“ zu werden: Die besten Ergebnisse würden erzielt, „wenn KI den Arbeiter bei seiner täglichen Arbeit unterstützt“.²²⁹ Die Autoren der Strategie um Ex-Nokia-Chef Pekka Ala-Pietilä fokus-

sieren auf 1) Wettbewerbsfähigkeit und Wachstum des Privatsektors durch die volle Nutzung von KI, 2) „hochwertige und effektive“ öffentliche Dienstleistungen durch KI und 3) die Anpassung der Gesellschaft an die Veränderungen durch KI,²³⁰ insbesondere der Erhalt von Arbeit, Gesundheit und Privatsphäre. Accenture schätzt, dass Finnland eine Steigerung seiner Volkswirtschaft von 4,1 Prozent bis 2035 durch KI erreichen und damit nach den USA das Land ist, das am meisten von KI profitieren kann.²³¹ Im Vergleich zu den anderen untersuchten Fällen ist das Engagement mit rund 173 Mio. Euro bis 2022 jedoch überschaubar, fließt in Startups und die „Erneuerung“ von Firmen²³² zur Steigerung ihrer Wettbewerbsfähigkeit und nur sehr wenig in die Grundlagenforschung.

II.) Voraussetzungen für KI

Die geringe Bevölkerung hat auch die kleinste absolute Zahl an Internet-Nutzern aller untersuchten Länder zur Folge und damit eine kleine inländische Datenquelle.²³³ Das *OpenData*-Barometer sah Finnland 2016 zudem nur auf Platz 20 weltweit (erster Platz: Großbritannien) bei der Verfügbarkeit öffentlicher Daten,²³⁴ obwohl das Land seit 2013 eine Politik der offenen Daten verfolgt.²³⁵ Auch bei den Talenten hat das Land mit schätzungsweise 60 Master-Absolventen in KI-Bereichen pro Jahr den kleinsten Pool aller Länder.²³⁶ Von den 500 Super-Computern steht ein einziger in Helsinki²³⁷ und einen Hinweis darauf, dass Finnland eine eigene Chipindustrie entwickeln wird, gibt es nicht.

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Die unternehmer- und technologieorientierte Mitte-Rechts-Koalition von Premier Juha Sipilä strebt mit einem ihrer fünf Schwerpunkte „Digitalisieren, Experimentieren und Deregulieren“, einen „Produktivitäts-Sprung des öffentlichen und privaten Sektors“ an.²³⁸ Die KI-Strategie wurde vom Wirtschafts- und Arbeitsministerium beauftragt und von einer Gruppe aus 72 Vertretern verschiedener Ministerien, Wirtschaft und Wissenschaft erarbeitet. Diese „Steuerungsgruppe“ soll auch die Implementierung der dort vorgeschlagenen Maßnahmen mit dem Aufbau von Netzwerken um die vier Untergruppen (Expertise und Innovationen, Daten und Plattform-Ökonomie, Transformation von Gesellschaft und Arbeit, Öffentlicher Sektor) begleiten. Für die Umsetzung der Vorschläge werden jeweils entsprechende öffentliche und private Akteure in PPP-Modellen in einer „Ökosystem-policy“²³⁹ mitgedacht. Die Federführung liegt beim Wirtschaftsministerium, das KI als eines seiner „Schlüsselprojekte“ ansieht.²⁴⁰ Dafür wurde Anfang 2018 *Business Finland* gegründet,²⁴¹ über die der Großteil der versprochenen KI-Investitionen in anwendungsorientierte Forschung, Entwicklung und Kommerzialisierung fließt.²⁴² Zudem hat das Ministerium, in Kooperation mit anderen, Sektorstrategien für klimafreundliche Energie,²⁴³ digitale

Lizenzierung und Transport²⁴⁴ mit Bezügen zu KI vorgelegt. Die Unterstützung von universitärer Forschung erfolgt durch die staatliche *Academy of Finland*. Für Strukturierung und Zugänglichkeit von Regierungsdatenbanken ist das Ministerium für Lokale Regierungen und Öffentliche Reformen zuständig.²⁴⁵ Dies spricht für einen pragmatischen Anwendungsansatz, der weniger auf globale Führung, als auf die Stärkung der eigenen Wirtschaftskraft abzielt.

IV.) Forschung und Entwicklung

Die Gesamtinvestitionen in Forschung und Entwicklung lagen 2016 etwa bei 2,75 Prozent des BIP, wovon der Privatsektor 48 und öffentliche Kassen 29 Prozent erbrachten.²⁴⁶ Diese sollen bis 2030 auf 4 Prozent des BIP steigen.²⁴⁷ Obwohl das Land in absoluten Zahlen mit nur rund 5,7 Mrd. Euro Ausgaben weit hinter anderen Industrieländern lag (etwa gleichauf mit Singapur), kamen in 2016 etwa 7.000 Forscher auf eine Million Einwohner, was wiederum ein Spitzenwert unter den untersuchten Ländern darstellt.²⁴⁸ Trotzdem waren zwischen 2016 und 2018 nur etwa acht Lehrkräfte der renommierten Aalto Universität aktiv in KI-Forschung involviert und promovierten schätzungsweise über 20 Doktoranden dort,²⁴⁹ der geringste Wert aller untersuchten Länder. Die wenig zitierbaren KI-Publikationen zu KI hatten nur geringen Einfluss.²⁵⁰

Forschungsbereiche und Instrumente zur Förderung von Forschung

Im Oktober 2017 initiierte die Aalto Universität, zusammen mit der Universität Helsinki und dem Zentrum für technische Forschung VTT das „Finnische Zentrum für Künstliche Intelligenz“ (FCAI). Es forscht zu Grundlagen (siehe Textbox) und bietet neben Hochschul-Abschlüssen auch KI-Kurse für Schulen und Firmen an. Aktuell sind neue Promotions- und PostDoc-Stellen für Projekte im Bereich *Machine Learning* ausgeschrieben.²⁵¹ Zum Verständnis von KI auch in nicht-technischen Feldern, hat das Zentrum außerdem die *FCAI Society* gegründet.²⁵²

FCAI:

machine learning, deep learning, reinforcement learning and control, data science, distributed systems, Mensch-Computer-Interaktion und Signalverarbeitung in drei Schwerpunkten: KI für Bereiche, in denen es kaum Daten gibt, Entwicklung von sicheren Methoden (Vertrauen und Ethik) und Verständnis zwischen KI und Anwendern. In Vorbereitung sind Programme zu „Autonomer KI“, „Ethische und soziale Aspekte von KI“, „multimedia and computer vision“ und „Industrielle KI“.²⁵³

Das FCAI erforscht darüber hinaus auch Anwendungen in Gesundheit, Ingenieurs- und Naturwissenschaften,²⁵⁴ was sich mit dem marktbezogenen Ansatz von VTT deckt. Die *Academy of Finland* stellt 2018/2019 sechs Mio. Euro für Forschung im Bereich *Machine Learning* für Biomedizin und Statistik unter dem Programm „ICT2023“²⁵⁵ (mit *Business Finland*) und zwischen 2018–2021 sieben Mio. Euro für „neue KI-Anwendungen in Physik und Ingenieurwissenschaften“ bereit.²⁵⁶ Einen weiteren wichtigen Anwendungsbereich umreißt die „Strategische Forschungsagenda für Finnland als KI-Innovations Hub für Gesundheit“²⁵⁷ des Forschungsinstituts VTT, das u. a. Daten aus seinem Genom-Projekt *FinnGen*²⁵⁸ auch für kommerzielle Zwecke zur Verfügung stellen will.²⁵⁹

V.) Kommerzialisierung

Etwa zeitgleich mit der Finanzkrise kriselte es auch bei Nokia, das 2013 seine Mobilfunksparte an Microsoft veräußerte und etwa die Hälfte seiner Beschäftigten entließ.²⁶⁰ In der Folge gründeten ehemalige Nokia-Angestellte und Forscher ein PPP-Netzwerk aus Forschern und Firmen (*Allied ICT Finland*²⁶¹; vorher: *HILLA Center*), das inzwischen in zehn „Ökosystemen“ (darunter das FCAI, *Internet of Things*, 5G und 6G-Infrastruktur, „smarte“ Maschinen und Produktion, *augmented reality*, Drohnen und Datenanalyse)²⁶² organisiert ist und 40 „Testumgebungen“²⁶³ anbietet, um IT-Innovationen (darunter auch KI) zu entwickeln

und zu kommerzialisieren. Finanziert wird es durch Firmen und *Business Finland*. Andere ehemalige Nokia-Mitarbeiter haben entscheidend zu einer wachsenden Startup-Szene beigetragen,²⁶⁴ die steigende *venture capital*-Investitionen verzeichnet (2017 ca. 350 Mio. EUR). Immerhin 45 KI-Startups (Südkorea: 42) gibt es, was für das kleine Land beachtlich ist.²⁶⁵ Durch die Schwäche von Nokia und die in absoluten Zahlen wenigen KI-Startups reicht es jedoch nicht für globale Kommerzialisierung und Skalierung in KI-Wertschöpfungsketten. Es bleibt Nischen zu besetzen, etwa im Gesundheitsbereich, bei ethischer KI (siehe Textbox) und bei der Vermarktung der „Testumgebungen“.

Ethik:

Neben der KI-Strategie beschäftigt sich ein Dokument eigens mit den Auswirkungen der künstlichen Intelligenz auf allgemeine Wirtschafts- und Beschäftigungstrends und ethische Fragen.²⁶⁶ Es empfiehlt Regeln zu erarbeiten, um monopolistische Tendenzen zu verhindern, technologische Entwicklungen zu überwachen und Verantwortlichkeiten für maschinengetroffene Entscheidungen zu klären,²⁶⁷ etwa im Gesundheitsbereich und für B2B-Anwendungen. Europäische und globale Reichweite erhofft sich die Innovationsagentur SITRA mit der Entwicklung eines **Protokolls für internationalen Datenaustausch (IHAN)**, analog zum IBAN-Protokoll bei Banküberweisungen. Die Idee ist, ein standardisiertes virtuelles Identitätskonto für jedermann zu schaffen sowie „gemeinsame Standards, Prinzipien und ein administratives Modell“ für ihre zentralisierte Verwaltung.²⁶⁸

In Finnland ansässige Startups sowie kleinere und mittlere Unternehmen können aus sechs Förderprogrammen mit Beträgen bis 50.000 Euro unterstützt werden (siehe Textbox auf der nächsten Seite), wenn sie den Betrag mit eigenen Leistungen verdoppeln (*matching fund*). Interessant dabei sind sogenannte „Innovations-Voucher“,²⁶⁹ mit denen Firmen Expertise von anderen Firmen oder Forschern einkaufen können, um

neue Ideen zu entwickeln und zu testen. Analog dazu können nationale und internationale Forschungsprojekte gefördert werden, wenn sie eng mit Firmen daran arbeiten. Größere Unternehmen können entweder Forschungskredite (*loans*) bekommen, die zur Hälfte die Entwicklungskosten von neuen Produkten oder Dienstleistungen decken oder Zuwendungen (*grants*) für Grundlagenforschung mit Vermarktungszweck.²⁷⁰ Für beide Fälle bedarf es der Netzwerkbildung mit kleineren und mittleren Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Allerdings steht der Einfluss von *Business Finland* auf den Erfolg von Unternehmen in der Kritik.²⁷¹

Regulierung: Da die Auswirkungen neuer Technologien oft unerwartet seien, gelte es generell existierende Regulierung erst anzupassen, nachdem es erste Erfahrungen damit gäbe.²⁷² Angepasst wurde die Gesetzgebung bereits für die akademische und kommerzielle Nutzung von Genom-Daten aus den finnischen „Biobanken“, die dem Innovationsfond SITRA half, sein „ISAA-CUS“-Projekts für das Sammeln und Koordinieren von Gesundheitsdaten zu entwickeln.²⁷³ Weitere Gesetze zur Datennutzung für KI-Anwendungen (u. a. aus Verkehr und Forst und Gesundheit) werden zurzeit angepasst.²⁷⁴ Nach ersten Erfahrungen mit selbstfahrenden Bussen auf ausgewiesenen Straßen, werden Forderungen nach Regeln für autonomes Fahren lauter.²⁷⁵

AI Business-Program – Unterstützung für Startups und Kleinunternehmen²⁷⁶

- › Prototyp-Entwicklung („Tempo“): bis 50.000 €
- › Skalierung („*Young Innovative Company*“): bis 1,25 Mio. € in Drei-Stufen-Mix aus *grants* und *loans*
- › Einstieg in Exportmärkte („Into“): bis 200.000 € (50 Prozent der Projektkosten)
- › Expansion in internationale Märkte („*Explorer*“): bis 10,000 €
- › Experimentieren und Testen („*Innovation Vouchers*“): bis 150.000 € über drei Jahre (de minimis grant)
- › Messeauftritte („*Trade Fair Grant*“): bis 30.000 € für Gruppen aus min. vier Startups

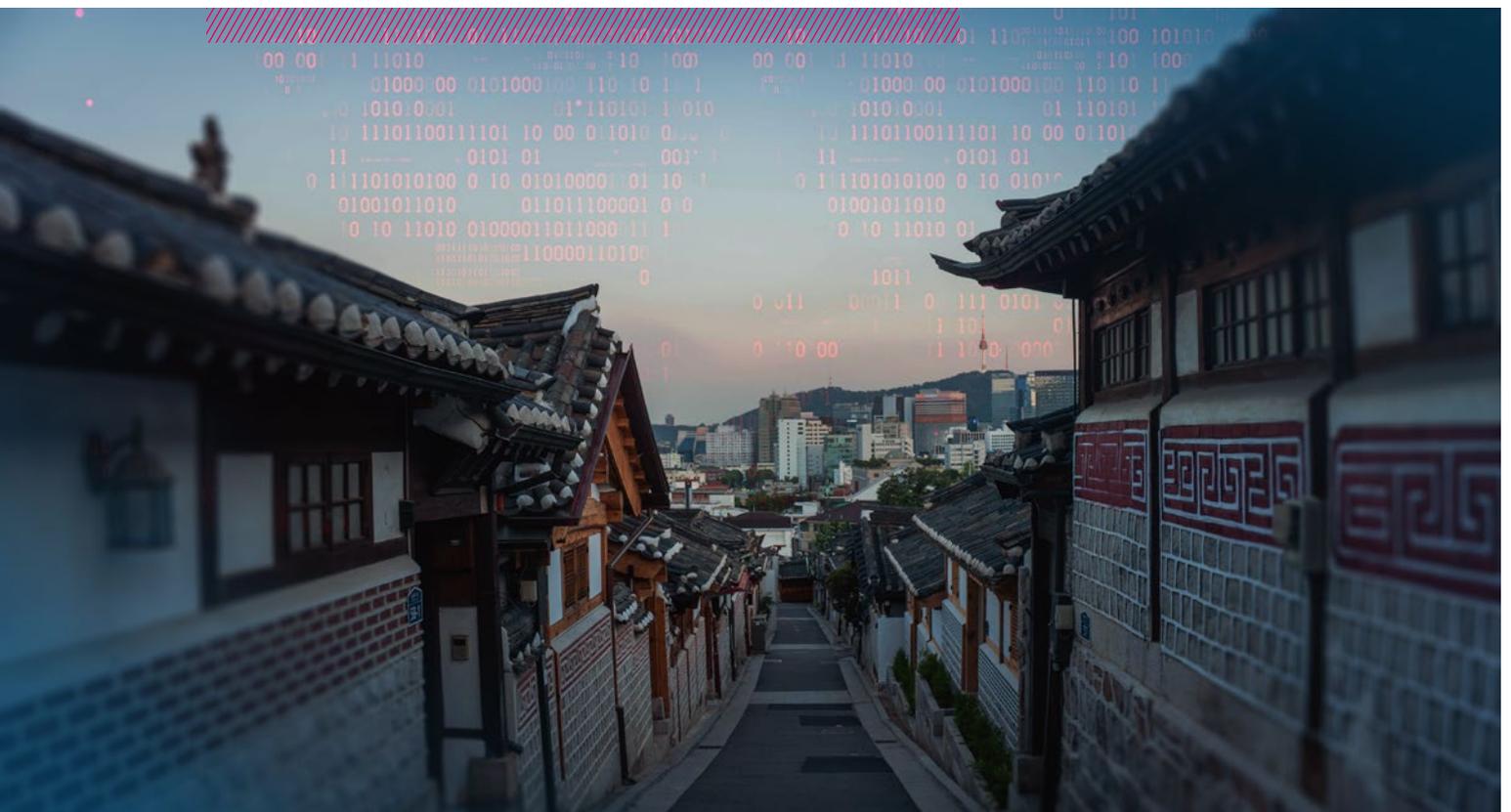
Eine der Prioritäten der Sipilä-Regierung ist zudem die weitere Zugänglichmachung von Datenpools öffentlicher Einrichtungen, um sie für Forschung aber vor allem kommerzielle Zwecke nutzbar zu machen.²⁷⁷ Zur Verfügung stehen nun etwa Daten des Transportministeriums,²⁷⁸ Forschungsdaten²⁷⁹ und Daten der Metropole Helsinki,²⁸⁰ die im nächsten Schritt zusammengeführt werden. Dies passiert bereits auf der Plattform *Opendata.fi*, die neben rund 1.300 Datensets auch Werkzeuge zu deren Kombination veröffentlicht hat.²⁸¹

Talenten von außerhalb der EU soll die Einreise und der Zugang zum Arbeitsmarkt erleichtert werden (*Talent Boost*-Programm):²⁸² Wenn sie ein Startup „mit hohem Wachstumspotenzial“ für Finnland gründen wollen, können sie eine zwei-jährige Aufenthaltserlaubnis (*startup permit*) bekommen, ihre Kinder leichteren Zugang zu internationalen Schulen bekommen.²⁸³

Der öffentliche Sektor als Nutzer von KI: Der finnische Staat sieht sich selbst als Anwender von KI, vor allem im Bereich digitalisierte Verwaltung und Gesundheitswesen, auch wenn die Verwaltung im Vergleich nur im Mittelfeld bei der Beschaffung moderner Technologien steht.²⁸⁴ Aufbauend auf einem Pilotversuch bei der Einwandererbehörde (Spracherkennung am Telefon), schlägt die Stra-

ategie die Bildung eines „Netzwerks von Kundenservice-Robotern“ für alle Bereiche der Verwaltung vor.²⁸⁵ Für Eigeninitiativen können sich öffentliche Einrichtungen die Kosten für Entwicklung und Test „innovativer Beschaffungslösungen“ von KI zu 50 Prozent von *Business Finland* erstatten lassen, wenn die Lösung mit Dienstleistern und Nutzern gemeinsam entwickelt wurde²⁸⁶.

-
- 228 Ministry of Economic Affairs and Employment, 2017b: 23
 229 Ministry of Economic Affairs and Employment, k. D.
 230 Vgl. Ministry of Economic Affairs and Employment, 2017b. Die Strategie benennt Maßnahmen in insgesamt acht Handlungsfeldern: 1.) Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen durch den Einsatz von KI, 2.) Effektive Datennutzung in allen Bereichen, 3.) Schnelle und einfache KI-Übernahme sicherstellen, 4.) Top-Expertise sichern, Top-Experten gewinnen, 5.) Mutige Entscheidungen und Investitionen, 6.) Aufbau der besten öffentlichen Verwaltung der Welt, 7.) Neue Modelle für die Zusammenarbeit, 8.) Finnland zum Spitzenreiter im KI-Zeitalter machen.
 231 Accenture, 2016: 16
 232 Eigene Berechnung auf Basis von: businessfinland.fi und Academy of Finland, 2017b, c
 233 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 234 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 235 Ministry of Finance, k. D.
 236 CS Ranking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 237 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 238 Government of Finland, 2017: 59
 239 Government of Finland, k. D.
 240 Ministry of Economic Affairs and Employment, k. D.
 241 *Business Finland* ist Ergebnis einer Fusion der früheren Innovationsförderagentur Tekes und der früheren Exportförderagentur *Finpro Oy*.
 242 Business Finland.
 243 Ministry of Economic Affairs and Employment, 2017a
 244 Ministry of Economic Affairs and Employment, 2018a
 245 Ministry of Finance, k. D.
 246 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 247 Ministry of Education and Culture, 2018: Folie 9
 248 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 249 CS Ranking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 250 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 251 Finnish Center for Artificial Intelligence, 2018b
 252 Finnish Center for Artificial Intelligence, 2018a
 253 Finnish Center for Artificial Intelligence, k. D.
 254 Ebenda
 255 Academy of Finland, 2017b
 256 Academy of Finland, 2017a
 257 Ahola et al., 2017
 258 FinnGen Research Project, k. D.
 259 Lähteenmäki, 2017
 260 Vgl. Financial Times, 2015 und die dort genannten Zahlen von Bloomberg
 261 AlliedICT.fi
 262 Ebenda
 263 HILLA Center, k. D.
 264 TechCrunch, 2015
 265 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018: 8–9 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 266 Ministry of Economic Affairs and Employment, 2018b
 267 Ebenda: 52f.
 268 SITRA, k. D.a
 269 Business Finland, k. D.
 270 Ebenda
 271 Tech Crunch, 2015
 272 Ministry of Economic Affairs and Employment, 2018b: 54
 273 SITRA, k. D.b
 274 Keski-Äijö, 2018
 275 SvenskaYLE, 2018
 276 Business Finland, k. D.
 277 Government of Finland, 2017: 16
 278 Finnish Transport Agency, k. D.
 279 Open Science and Research, k. D.
 280 City of Espoo, k. D.
 281 Open Data and interoperability tools, k. D.
 282 Ministry of Economic Affairs and Employment (k. D.)
 283 Business Finland, k. D.
 284 World Economic Forum, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 285 Ministry of Economic Affairs and Employment 2017b: 38f.
 286 Business Finland, k. D.



Südkorea

Hidden Champion der „vierten industriellen Revolution“

- › Ausbildung von 1.400 KI-Talenten
- › Ausweitung von KI-Grundlagenforschung mit Fokus auf Hirnforschung
- › Techparks („Innopolis“) für enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft
- › „Elektronische Personen“ und Übergangslizenzen in Testzonen

I.) Einleitung

Der Sieg von Google *Deepminds* „AlphaGo“ über den koreanischen Go-Meister Lee Sedol im März 2016 war nicht nur für die chinesische, sondern auch für die koreanische Öffentlichkeit, für die Go eine besondere kulturelle Bedeutung hat, ein Schlüsselmoment. Zwei Tage nach der letzten Partie verkündete Präsidentin Park ihren Plan, rund 770 Mio. Euro in KI zu investieren und bereits geplante Projekte zu beschleunigen. Laut Park kann die koreanische Gesellschaft „ironischerweise von Glück reden, dass sie dank des ‚AlphaGo-Schocks‘ die Wichtigkeit von KI begriffen hat, bevor es zu spät ist.“²⁸⁷ Bereits damals kritisierte ein koreanischer KI-Professor jedoch, dass von dem versprochenen Geld

zu viel an die Industrie und zu wenig an die Universitäten ginge.²⁸⁸ Ende 2016 veröffentlichte dann das Ministerium für Wissenschaft, IT und Zukunftsplanung (MSIP²⁸⁹) seinen *Master Plan for intelligent IT*.²⁹⁰ Dieser versteht KI als eine Technologie, die, aufbauend auf *internet of things, cloud-computing, big data* und mobilen Plattformen zur „unvermeidlichen [und] unumkehrbaren [...] vierten industriellen Revolution führe.“²⁹¹ Die Vision ist die einer „intelligenten Informationsgesellschaft mit dem Menschen im Mittelpunkt.“²⁹² Die Regierung solle dabei ein Partner sein für „spontane Innovation des Privatsektors“,²⁹³ die soziale und kulturelle Infrastruktur dafür schaffen, sowie das soziale Sicherungsnetz stärken.²⁹⁴ Im Mai 2017 unterlegte die Moon-Regierung den Anspruch Koreas unter die weltweit

führenden KI-Nationen zu kommen mit einem Betrag von rund 1,7 Mrd. Euro bis 2022.²⁹⁵ Im Gegenzug hält die Regierung ein BIP-Wachstum von rund 360 Mrd. Euro bis 2030 für möglich.²⁹⁶ Die „führenden Sektoren“ der vierten Revolution, in die die Regierung investieren will, sind selbstfahrende Autos, smarte Fabriken, Drohnen sowie *smart cities* mit intelligenter Infrastruktur und grüner Energie.²⁹⁷ Um diese zu unterstützen, soll „intelligente Infrastruktur“ gefördert werden.²⁹⁸

II.) Voraussetzungen für KI

Obwohl 2016 etwa 93 Prozent der Koreaner das Internet nutzten, liegt das Land gemessen an der absoluten Zahl der Internetnutzer nur auf Platz neun unter den untersuchten Ländern.²⁹⁹ Zugleich hielt das Land im gleichen Jahr aber einen der vorderen Plätze im Open Data Barometer (Platz fünf³⁰⁰). Mit schätzungsweise 200 Master-Absolventen jährlich in Fächern mit direktem KI-Bezug ist es etwa gleichauf mit Japan und noch vor Frankreich.³⁰¹ Stark sind koreanische Firmen (Samsung, SK Hynix) bei der Halbleiterproduktion. Nach den USA erwirtschafteten sie 2017 zusammen weltweit die zweithöchsten Einnahmen im Chipgeschäft.³⁰² Im Moment verfügt Südkorea nur über sieben der Top500-Super-Computer.³⁰³

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Der wirtschaftsliberale Moon Jae-in präsidiert über einen machtvollen³⁰⁴ Zentralstaat. Im September 2017 setzte er das ihm direkt unterstehende „Komitee der vierten industriellen Revolution“ ein,³⁰⁵ dessen Chef der ehemalige Startup-Unternehmer und Investor Chang Byung-gyu ist. Dem Komitee gehören nicht nur acht Ministerien, sondern auch der präsidiale Sekretär für Wissenschaft und Technologie, verschiedene Akademiker sowie Vertreter der Konglomerate, von Startups und Medien an.³⁰⁶ Als Hauptaufgabe des Komitees sieht Chang, „die Meinungen des Privatsektors auf die bereits beschlossenen *policies* verschiedener Regierungsabteilungen anzuwenden“ und zum Konkurrenten China aufzuschließen.³⁰⁷

IV.) Forschung und Entwicklung

Die Gesamtinvestitionen in Forschung und Entwicklung sind in den letzten Jahren stark gewachsen. Mit einem Anteil von 4,24 Prozent am BIP 2016 gehört Südkorea zur Weltspitze.³⁰⁸ Dennoch ist der absolute Betrag von rund 50 Mrd. Euro vergleichbar mit Frankreich. Über die staatliche Nationale Forschungsstiftung (NRF) flossen 2017 etwa 745 Mio. Euro in Grundlagenforschung und rund 550 Mio. Euro in „vielversprechende Grundlagentechnologie“.³⁰⁹ Mit einem Anteil von etwa drei Viertel investiert vor allem der Privatsektor in Gestalt von Großkonzernen wie Samsung oder LG. Und diese wiederum fokussieren sich auf anwendungs- und marktorientierte F & E. Die Forscherdichte ist gleichwohl mit etwa 6.900 auf eine Mio. Einwohner hoch und vergleichbar mit Israel oder Finnland.³¹⁰ In KI-Bereichen graduieren schätzungsweise 90 Doktoranden jährlich.³¹¹

Das *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (KAIST) betreibt seit Mai 2017 ein KI-Zentrum, das u. a. in den Bereichen Hirnforschung, machine learning, quantum *machine learning*, *multimodal perception and interaction*, *natural language processing*, *emotional intelligence* und *smart chips for pervasive intelligence*³¹² und *AI for robotics* forsch.³¹³ Das Nationale Institut für Wissenschaft und Technologie in Ulsan (UNIST) forsch zu „Entscheidung und Erklärbarkeit“ für klinische Diagnostik und Finanztransaktionen, ausgestattet mit rund 12 Mio. Euro über fünf Jahre.³¹⁴ Die Pohang Universität für Wissenschaft und Technologie (POSTECH) betreibt KI-Forschung in der Informatik (*machine learning for decision-making*, *big complex web data*)³¹⁵. Das renommierte „Forschungsinstitut für Elektronik und Telekommunikation“ (ETRI) forsch in Zusammenarbeit mit der Industrie an „hyperintelligenter Software“.³¹⁶ Wissenschaftliche Veröffentlichungen haben jedoch bisher wenig Einfluss über Korea hinaus³¹⁷ und entstehen selten in internationaler Zusammenarbeit.³¹⁸ Dies liegt einerseits an einer geringen Internationalisierung der Universitäten, andererseits auch daran, dass die Forschungsergebnisse oft nur in koreanischer Sprache verfügbar sind.³¹⁹

Forschungsbereiche und Instrumente zur Förderung von Forschung

Die Schwächen des Landes liegen bei der bisher unterfinanzierten Grundlagenforschung. Um dem zu begegnen sollen bis 2022 1.400 KI-Talente darunter 350 Forscher ausgebildet und sechs neue KI-Institute eingerichtet sein. Grundlagenforschung soll vor allem im Bereich Sprach- und Bilderkennung gefördert werden sowie bei der Hirnforschung, deren Erkenntnisse die Grundlage für den nächsten Entwicklungsschritt von KI bilden (neuronale Netze)³²⁰. KI soll einerseits genutzt werden, um neue Erkenntnisse zu gewinnen und zugleich sollen diese der Weiterentwicklung von KI dienen. Durch die angekündigten Investitionen in Höhe von rund einer Mrd. Euro bis 2022 und dem Aufbau eines *Korea Brain Research Institute*³²¹ werden die Ambitionen in diesem Bereich deutlich.³²² Anwendungsorientierte KI-Forschung soll zudem helfen, den Entwicklungszyklus von Medikamenten von 15 auf sieben Jahre zu reduzieren.³²³ Um die Internationalisierung koreanischer Unis zu erhöhen, wurden die Einreisebestimmungen für ausländische Akademiker gelockert.³²⁴ Darüber hinaus sollen mit Förderprogrammen bis 2022 3.600 Berufstätige in KI fortgebildet werden. Bis 2025 will die Regierung die Datenpools aller öffentlichen Einrichtungen zusammenführen, sie maschinenlesbar machen und Entwicklern öffnen.³²⁵

V.) Kommerzialisierung

Ähnlich wie in Finnland steht der Nutzen von KI-Anwendungen für die Wirtschaft im Vordergrund, insbesondere für die exportorientierte Industrieproduktion der Konglomerate. Das in den letzten Jahrzehnten sehr erfolgreiche Wirtschaftsmodell Koreas beruht vor allem auf der Fähigkeit seiner exportorientierten Konglomerate wie Samsung, Hyundai oder LG, technologische Innovationen anderer schnell zu adaptieren, in eigene Produkte zu übersetzen und sie günstig und in großer Menge auf den Weltmarkt zu bringen (*fast-follower*-Strategie). Obwohl Korea laut Bloomberg eine der innovativsten Volkswirtschaften ist³²⁶, hinken viele Firmen bei KI China und USA hinterher.³²⁷ Um aufzuholen, investieren die Kon-

glomerate Milliarden in anwendungsorientierte F & E von Zukunftstechnologien, eröffnen weltweit Forschungszentren und übernehmen strategisch KI-Startups im Ausland. Zwischen 2015 und 2017 kamen rund drei Prozent aller international durchsetzbarer KI-Patente aus Südkorea, was dem Land Platz drei weltweit sichert.³²⁸ Allerdings sind die familiengeführten Konglomerate im Innern strikt hierarchisch und patrimonial organisiert, dominieren den Binnenmarkt und sind sehr eng verwoben mit Koreas Politik.³²⁹ Die fünf größten Konglomerate zusammen machten im April 2018 mehr als die Hälfte des koreanischen Aktienmarktes aus, Samsung allein etwa 30 Prozent.³³⁰ Das hält Startups und Mittelständler klein, woraus hohe Kosten für Innovation oder aber eine nicht-nachhaltige Innovationsförderung resultieren.³³¹ Dies wiederum hat hinderliche Auswirkungen auf das Vermögen Koreas bahnbrechende disruptive Innovationen hervorzubringen. Andererseits haben die letzten 40 Jahre bewiesen, dass das dem Wachstum der koreanischen Wirtschaft keinen Abbruch getan hat. Die Ankündigung von Präsident Moon Jae-in, die Markt- und Machtkonzentration der Konglomerate zu beschneiden, bringt bisher jedenfalls nur zögerliche Erfolge.³³²

Ethik:

Um Diskriminierung und soziale Polarisierung zu verhindern, müssen politische Entscheidungsträger, „präzise Methoden für Anwendung und Test ethischer Standards bereits in frühen Entwicklungsstadien“³³³ etablieren, etwa mit einem Technikfolgen-Rat, bestehend aus Vertretern von Regierung, Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft. Ein interessanter Ansatz ist, Urheberrecht und Haftung von „elektronischen Personen“³³⁴ zu regeln. Wohl auch unter Eindruck von Kritik durch internationale KI-Forscher an der (inzwischen offenbar eingestellten³³⁵) Zusammenarbeit mit der Militärfirma *Hanwha*, gründete das KAIST ein Sub-Komitee für ethische KI und präsentiert auf seiner Webseite seinen *Code of Ethics for AI*³³⁶ (vgl. Anhang, Grafik 8).

Startup-Förderung: Zwar steigt die Zahl Startups, vor allem im Bereich IT,³³⁷ durch Maßnahmen der Park-Regierung, wie Steuererleichterungen, Vereinfachungen des Fusionsrechts und staatlicher Startup-Finanzierung von 360 Mio. Euro.³³⁸ Zudem erlauben mehr als 80 Universitäten ihren Studenten bis zu vier Semester Abwesenheit, um sich um ihr Startup zu kümmern.³³⁹ Im Bereich KI gab es 2017 aber nur rund 40,³⁴⁰ von denen keines internationalen Einfluss gewinnen konnte.³⁴¹ Der Zugang zu *angel investment* ist schwierig und weniger als ein Prozent der Startups schaffen den Marktausgang (*market exit*) durch Übernahme. Ein Gang an die Börse dauert im Schnitt dreizehn Jahre.³⁴² All dies resultiert im Verbleib gut ausgebildeter IT-Leute in den Konglomeraten.³⁴³ Daher empfiehlt der Masterplan, einen zunächst 23 Mio. Euro schweren Fonds aus Mitteln des *Korea Institute of Finance* (KIF) aufzulegen und sukzessive um weitere 77 Mio. Euro jedes Jahr aufzustocken, um Startups und Mittelständler im Bereich intelligente IT zu fördern.³⁴⁴ Ferner sollen mit nationalen Events koreanische Startups identifiziert werden, um sie auf internationale Wettbewerbe (z. B. *US-Mass Challenge*) vorzubereiten und sie so über Korea hinaus bekannt zu machen. Ausgebaut werden sollen auch „Hubs für intelligente IT-Industrie“ für Startups nach dem Vorbild des bereits existierenden *Pangyo Techno Valley*, eine Art *Silicon Valley* Südkoreas.

Regulierung: Ein „Rahmengesetz zur Nationalen Intelligenten Information“ soll den bisherigen Rechtsrahmen erweitern. Darin soll u. a. Datenbesitz von Firmen wie Güterbesitz behandelt und besser vor unbefugtem Zugriff schützen und³⁴⁵ Sicherheits- und Teststandards sollen für KI etabliert und mit internationalen Standards harmonisiert werden, besonders im Bereich Medizin, Autoindustrie und Software. Autonomes Fahren (Level drei) soll bis spätestens 2022 möglich sein.³⁴⁶ Gleichzeitig werden bis Ende 2019 Steuervergünstigungen heruntergefahren, die in der Vergangenheit für den Aufbau von Industrierobotern gewährt wurden. Im Land mit der weltweit höchsten Roboterdichte³⁴⁷ befürchtet man Jobverluste und damit auch Steuerausfälle,³⁴⁸ obwohl die Regierung in ihrer KI-Strategie ein Potenzial von 600.000–800.000 neuer Jobs durch „intelligente IT“ bis 2030 sieht.³⁴⁹ „Monopolistische und oligopolistische Praktiken“ von Plattform-Anbietern wie Google sollen durch verschärfte Gesetze minimiert und Datendiebstahl durch Konglomerate bei kleineren Firmen konsequenter verfolgt werden.³⁵⁰

Ein System von „Übergangslizenzen“ soll Unternehmen ermöglichen, ihre Produkte bereits marktreif zu entwickeln, während die staatlichen Genehmigungsverfahren noch laufen.³⁵¹ Dies könnte etwa in großangelegten „regulierungsfreien“ bzw. „Testzonen“ stattfinden, die es in den Bereichen *smart cities*, Robotik und autonomen Autos brauche. Einmal etabliert, sollen diese Testzonen vernetzt werden, um „strategische lokale Industrien zu fördern und existierende Industrie-Cluster durch intelligente IT-Infrastruktur zu verbessern“.³⁵² Die dort gewonnenen Daten und Erkenntnisse sollen anschließend mit Startups und mittelständischen Unternehmen geteilt werden, um daraus neue Dienstleistungen und Technologien entwickeln zu können.

Unterstützung von Unternehmen: Eine dieser „Testzonen“ ist das *Industrial Artificial Intelligence Center*³⁵³ am Schwerindustrie-Standort Ulsan, das gemeinsam von UNIST, Samsung, EWP und POSCO betrieben wird. Es ist Teil der *Deadeok Innopolis*, einem überregionalen Netzwerk aus Forschungsinstituten (u. a. KAIST, ETRI) und Firmen, an dem auch die angekündigten fünf KI-Forschungszentren eingerichtet werden könnten, um die Integration von KI in Robotik, Biowissenschaften, Maschinen und Automobile zu erforschen.³⁵⁴ Forschende Firmen werden dort für drei Jahre von der Steuer befreit, bekommen Rabatte für Elektrizität und können Gelder aus einem Investmentfond abrufen. Die Nähe zu staatlichen Behörden vereinfachen zudem Genehmigungsverfahren.³⁵⁵ Das Industrieministerium kündigte jüngst rund 1,15 Mrd. Euro an, mit denen über die nächsten zehn Jahre für Samsung Electronics und SK Hynix, die größten Halbleiterproduzenten des Landes, unterstützt werden. Damit soll die Entwicklung von Werkstoffen der nächsten Chip-Generation, die Weiterentwicklung von Produktionsstätten und die Ansiedlung von Produktionslinien globaler Halbleiter-Firmen gefördert werden.³⁵⁶

Der öffentliche Sektor als Nutzer von KI: Seit Jahren hält Südkorea zwar einen internationalen Spitzenplatz bei digitaler Verwaltung und Bürgerbeteiligung.³⁵⁷ Bei der Beschaffung fortschrittlicher Technologie durch die Verwaltung ist es jedoch weltweit nur auf Platz 32.³⁵⁸ Dies soll sich ändern, in dem KI Anwendungen zur Steuer- und Rechtsberatung, der sozialen Fürsorge, beim Gesundheitswesen, der Verbrechensbekämpfung³⁵⁹ sowie bei der Waldbrandbekämpfung und in der Flughafensicherheit³⁶⁰ eingesetzt werden. Anwendungen beim Militär sollen zur Reduzierung der Truppenstärke und zur verbesserten Entscheidungsfindung beitragen.³⁶¹

-
- 287 Park Geun-hye, zitiert in: Nature, 2016
 288 Nature, 2016
 289 Das "Ministry of Science, ICT and Future Planning" (MSIP) wurde 2017 neu strukturiert und in "Ministry of Science and ICT" (MSIT) umbenannt.
 290 MSIP, 2016
 291 Ebenda: Preface
 292 Ebenda: 26
 293 Ebenda: 62
 294 Ebenda
 295 Yonhap, 2018a
 296 MSIP, 2016: 14
 297 Korea.net, 2017
 298 Vgl. MSIP, 2018
 299 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 300 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 301 CS Ranking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 302 Statista, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 303 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 304 Vgl. Kim, 2017
 305 Korea.net, 2017
 306 Organisation und Mitglieder vgl. PCFIR, k. D.
 307 Korea JoongAng Daily, 2017
 308 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 309 NRF, 2018
 310 UNESCO, n.D (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 311 CS Ranking 2016–2018 (vgl. Kapitel "Methodologie Cambrian KI Index")
 312 KAIST, k. D.
 313 Übersicht über alle Forschungsfelder, vgl. Grafik 7 im Anhang
 314 UNIST, 2017
 315 POSTECH, k. D.
 316 ETRI, k. D.
 317 Gemessen am H-Index einen Wert von 114, SJR, 2017 (vgl. Kapitel "Methodologie Cambrian KI Index")
 318 European Commission, 2017
 319 Vgl. Palmer et al., 2011: 137ff.
 320 PCFIR, 2018
 321 KBRI, k. D.
 322 Business Korea, 2018a
 323 PCFIR, 2018
 324 Business Korea, 2018b
 325 MSIP, 2016: 34
 326 Bloomberg, 2018a
 327 Business Korea, 2017
 328 M-Cam, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 329 Vgl. Premack, 2017
 330 Vgl. Bloomberg, 2018b
 331 Vgl. Council on Foreign Relations, 2018
 332 Financial Times, 2018
 333 Ebenda: 56
 334 Ebenda
 335 Walsh et al., 2018
 336 KAIST, 2018; vgl. auch Anhang, Grafik 8
 337 Nach Zahlen der koreanischen Regierung gab es Ende 2014 rund 30.000 Startups in Korea, von denen rund 30 Prozent im Bereich IT anzusiedeln sind (zitiert in: McKinsey, 2015: 8).
 338 McKinsey, 2015: 4
 339 Ebenda: 12
 340 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018: 8–9 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 341 Vgl. CBInsights, 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 342 McKinsey, 2015: 14
 343 KISTEP, 2017: 90 ff.
 344 MSIP, 2016: 44
 345 Ebenda: 57
 346 Vgl. MSIT, 2018: 8
 347 IFR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 348 Korea Times, 2017
 349 MSIP, 2016: 16
 350 Ebenda: 45
 351 MSIP, 2016: 57
 352 Ebenda: 43
 353 UNIST, k. D.
 354 PCFIR, 2018
 355 Vgl. Ministry of Knowledge Economy/Daedeok Innopolis/Daedeok Innopolis Association, k. D.: 26
 356 Yonhap, 2018a
 357 UN, 2018
 358 World Economic Forum, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index)
 359 MSIP, 2016: 40ff.
 360 PCFIR, 2018: 28
 361 Ebenda
 362 White House 2016b: 16

Methodologie Cambrian KI Index ©

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

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

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
allgemeine Voraussetzungen	Rahmenbedingungen	Network Readiness Index Value (2016) Erläuterung: Der Index gibt Aufschluss über die Leistung der Volkswirtschaften bei der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Steigerung von Wettbewerbsfähigkeit, Innovation und Wohlbefinden. Damit dient er als Proxy für die Rahmenbedingungen von KI.	Umfrage auf Basis einer Skala von 1 (schlechteste) bis 7 (beste). World Economic Forum: https://widgets.weforum.org/gitr2016/
	Daten	OpenData Barometer (2016) Erläuterung: Neben Einzelpersonen mit Internetzugang und Unternehmen, ist der öffentliche Sektor die dritte wichtige Quelle für KI-relevante Daten. Das OpenData Barometer bewertet Regierungen weltweit in deren Bereitschaft zu und Umsetzung von OpenData Initiativen. Zudem werden die Auswirkungen von OpenData auf Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft gemessen.	Das OpenData Barometer wird erhoben durch Experteninterviews, Selbstbewertungen von Regierungen und sekundären Datenquellen. World Wide Web Foundation: https://opendatabarometer.org
		Anzahl der Internetnutzer (2016) Erläuterung: Internetnutzer sind Personen, die das Internet (von jedem Ort aus) über Computer, Mobiltelefon, persönlichen digitalen Assistenten, Spielautomaten, digitales Fernsehen, etc. in den letzten 3 Monaten genutzt haben. Dieser Proxy misst die Internetnutzer in absoluten Zahlen statt als prozentualen Anteil an der Bevölkerung, da für KI die Quantität von Daten zählt.	World Bank: https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS
	Rechenleistung	Anzahl der 500 leistungsstärksten Supercomputer pro Land (2018) Erläuterung: Auch, wenn Rechenleistung grenzüberschreitend genutzt werden kann, ist die Verfügbarkeit von Supercomputern zur Bewältigung von großen Datenmengen und stetig komplexer werdenden Algorithmen ein strategischer Faktor für eine Nation.	Die Webseite Top500.org zählt und listet halbjährlich (Juni und November) die weltweit Top-Supercomputer, die öffentlich bekannt und kommerziell erhältlich sind. Möglicherweise existieren darüber hinaus militärische Hochleistungsrechner, die nicht bekannt sind. Top500.org: www.top500.org

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

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

Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
			<p>Anzahl der Lehrkörper mit dem Faktor 7 multipliziert. Dieser Faktor wurde von Mark Nitzberg, Chief Scientist für Cambrian und Leiter des UC Berkeley CHAI, auf Basis einer zufälligen Stichprobe an Top KI Forschungslaboren in den USA ermittelt (mögliche regionale/nationale Unterschiede wurden nicht berücksichtigt).</p> <p>CS Ranking: http://csrankings.org/#/index?none</p>
Forschung und Entwicklung	Allgemeine F & E Rahmenbedingungen	<p>Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung in 000 USD (2016) Erläuterung: Die Bruttoinlandsausgaben setzen sich zusammen aus den F & E Investitionen des Privatsektors, der Regierung, der Hochschulen und der Zivilgesellschaft. Dieser Proxy wird in absoluten Ausgaben in USD im Unterschied zum prozentualen Verhältnis am BIP dargestellt, um den globalen und mobilen Wertschöpfungsketten von KI Rechnung zu tragen.</p>	<p>Die Daten liegen in der jeweiligen nationalen Währung vor. Zur Vergleichbarkeit, wurden alle Werte in USD umgerechnet (durchschnittlicher Wechselkurs des Jahres 2016). Die Ausgaben aus 2016 von Singapur und Indien sind nicht verfügbar, weshalb sie aufgrund historischer Werte projiziert wurden.</p> <p>UNESCO http://data.uis.unesco.org</p>
		<p>Anzahl der Forscher pro 1 Million Einwohner (2016) Erläuterung: Die „Dichte“ an Forschern ist ein Proxy für die Serendipität in der Forschung in einem Land. Die Bedeutung von Serendipität im Bereich der KI ist hoch, da es sich bei KI um eine Basistechnologie mit praktisch unbegrenzten Anwendungsbereichen handelt.</p>	<p>UNESCO http://data.uis.unesco.org</p>
	KI relevante F & E (Input)	<p>Anzahl Informatikinstitute mit aktiv forschenden Lehrkräften in KI relevanten Bereichen Erläuterung: Die Anzahl der Informatikinstitute gibt Aufschluss über die Größe des relevanten F & E Ökosystem.</p>	<p>Anzahl an Lehrkörpern an universitären Informatikinstitutionen, die in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Computer Vision, Machine Learning & Data Mining, Natural Language Processing und Robotik seit 2016 aktiv forschen, d. h. deren Publikationen auf relevanten Konferenzen erschienen sind.</p> <p>CS Ranking 2016–2018: http://csrankings.org/#/index?none</p>

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

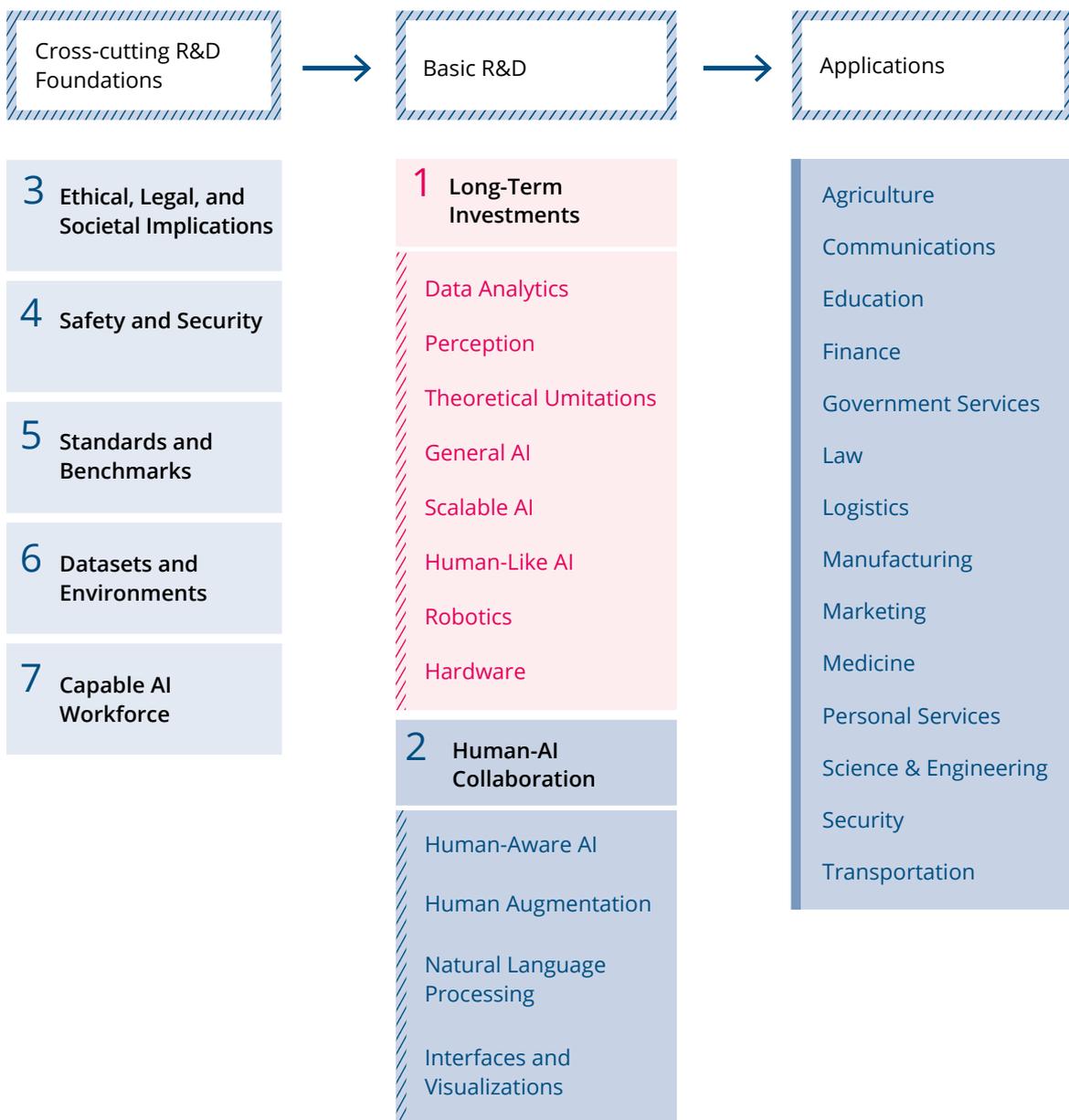
Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
	KI relevante F & E (Input)	<p>Anzahl der zitierbaren Publikationen im Themenbereich KI (2017) Erläuterung: Die Anzahl der zitierbaren Publikationen im Themenbereich KI gibt Aufschluss über die wissenschaftliche Produktivität eines Landes im Bereich KI.</p>	<p>Scimago Journal & Country Rank: https://www.scimagojr.com</p> <p>Vgl. die dort ausgeführte Methodik</p>
		<p>Einfluss der Publikationen im Themenbereich KI (2017) Erläuterung: Der Einfluss der Publikationen ist ein Proxy für die Qualität und Innovationskraft der Forschung im Bereich KI.</p> <p>Es ist unbekannt, ob der Index Ko-Autoren und deren Nationalität berücksichtigt.</p>	<p>Der Einfluss der Publikationen wird auf Basis des H-Indexes gemessen. Die Kennzahl basiert auf bibliometrischen Analysen, d. h. auf Zitationen der Publikationen des Wissenschaftlers.</p> <p>Scimago Journal & Country Rank: https://www.scimagojr.com</p>
Kommerzialisierung	Wissens- und Technologietransfer	<p>Zusammenarbeit zwischen Universität und Industrie bei Forschung und Entwicklung (2017-18) Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss über den Wissens- und Technologietransfer zwischen Universitäten und Privatsektor.</p>	<p>Meinungsumfrage unter Führungskräften: In Ihrem Land, inwieweit arbeiten Wirtschaft und Universitäten bei Forschung und Entwicklung (F & E) zusammen? (1 = überhaupt nicht; 7 = intensiv). Gewichteter Durchschnitt.</p> <p>World Economic Forum: https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018</p>
		<p>Öffentliche Beschaffung von Spitzentechnologie (2017-18) Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss über die Anreize, welche der öffentliche Sektor durch Nachfrage für bestimmte Technologien und damit Innovationen setzt.</p>	<p>Meinungsumfrage unter Führungskräften: Inwieweit fördern in Ihrem Land staatliche Kaufentscheidungen die Innovation? (1 = überhaupt nicht; 7 = zu einem großen Umfang). Gewichteter Durchschnitt.</p> <p>World Economic Forum: https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2017-2018</p>

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

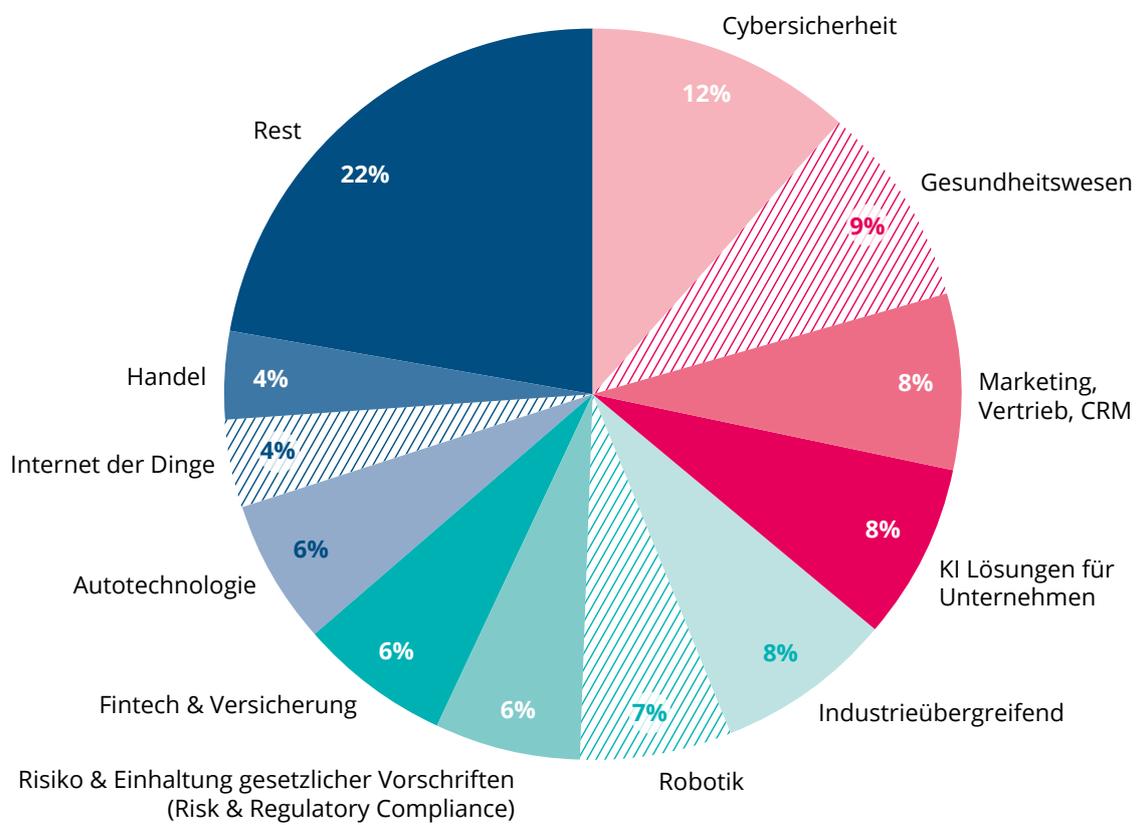
Segment	Komponente	Proxy	Methode der Erhebung/Quelle
		<p>Anteil der KI Private Equity Deals an allen KI Private Equity Deals weltweit (2016)</p> <p>Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss darüber, in welchem Land die Investoren das größte Zukunftspotenzial in KI der Startup-Landschaft sehen.</p>	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

Anhänge

Grafik 1: Schaubild der KI-Strategie der Obama-Regierung³⁶²



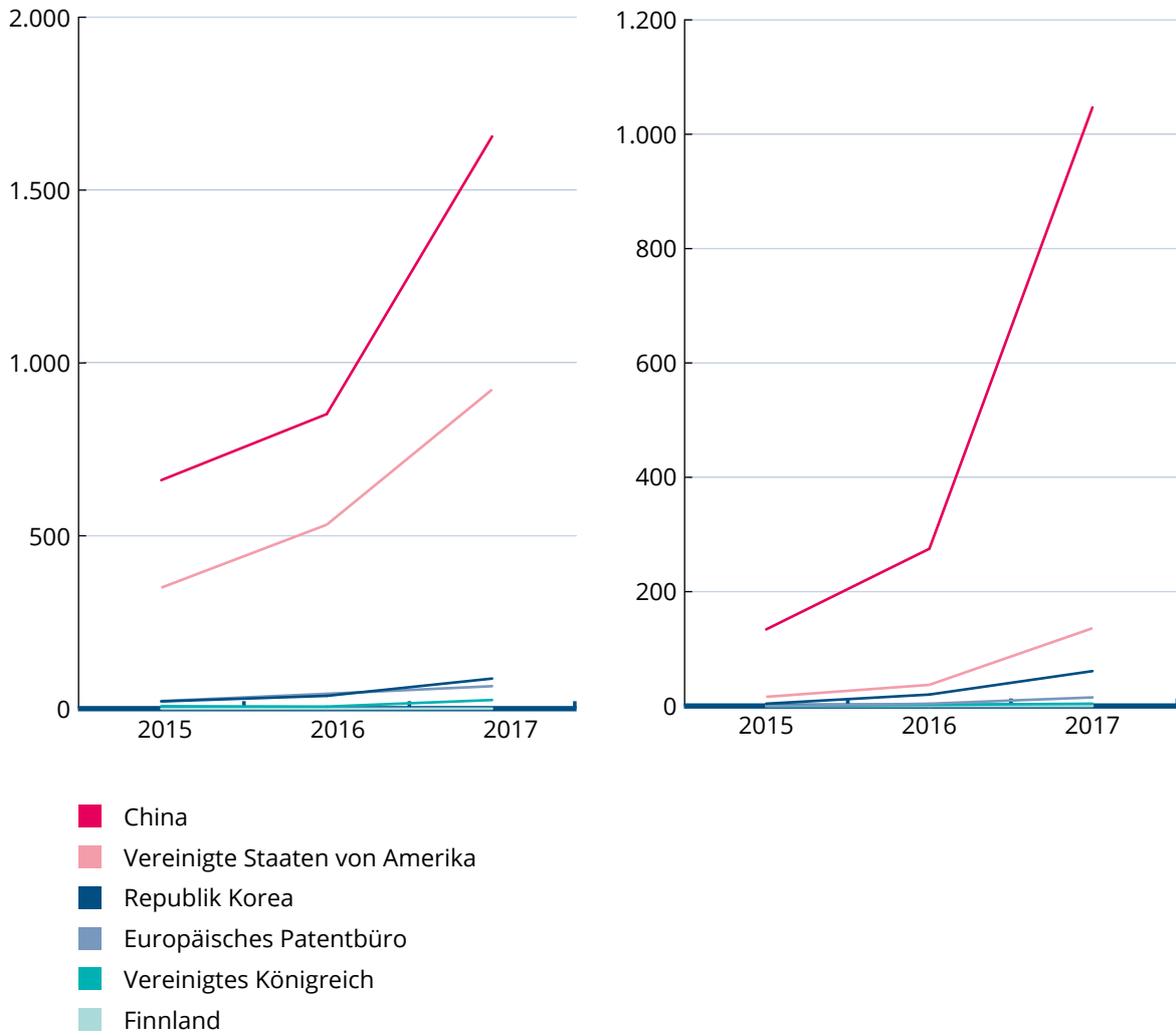
Grafik 2: Thematische Verteilung der amerikanischen KI Startups in den 2017 Top 100 ³⁶³



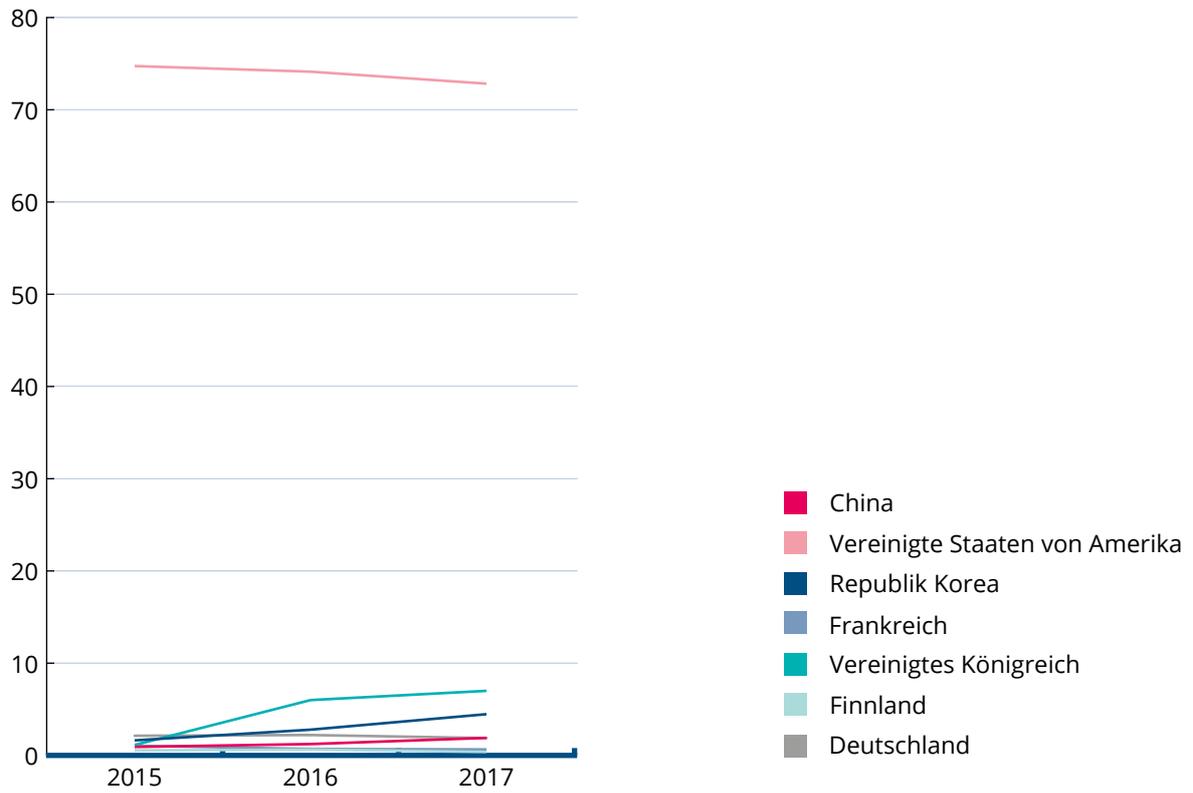
Grafik 3: Die wertvollsten Top 20 Technologieunternehmen ³⁶⁴

Pos.	Unternehmen	Land	Marktwert in Mrd. USD
1	Apple	USA	924
2	Amazon	USA	783
3	Microsoft	USA	753
4	Google Alphabet	USA	739
5	Facebook	USA	538
6	Alibaba	China	509
7	Tencent	China	483
8	Netflix	USA	152
9	Ant Financial	China	150
10	Ebay	USA	133
11	Booking Holdings	USA	100
12	Salesforce.com	USA	94
13	Baidu	China	84
14	Xiaomi	China	75
15	Uber	USA	72
16	Didi Chuxing	China	56
17	JD.com	China	52
18	AirBnB	USA	31
19	Meituan-Dianpin	China	30
20	Toutiao	China	30

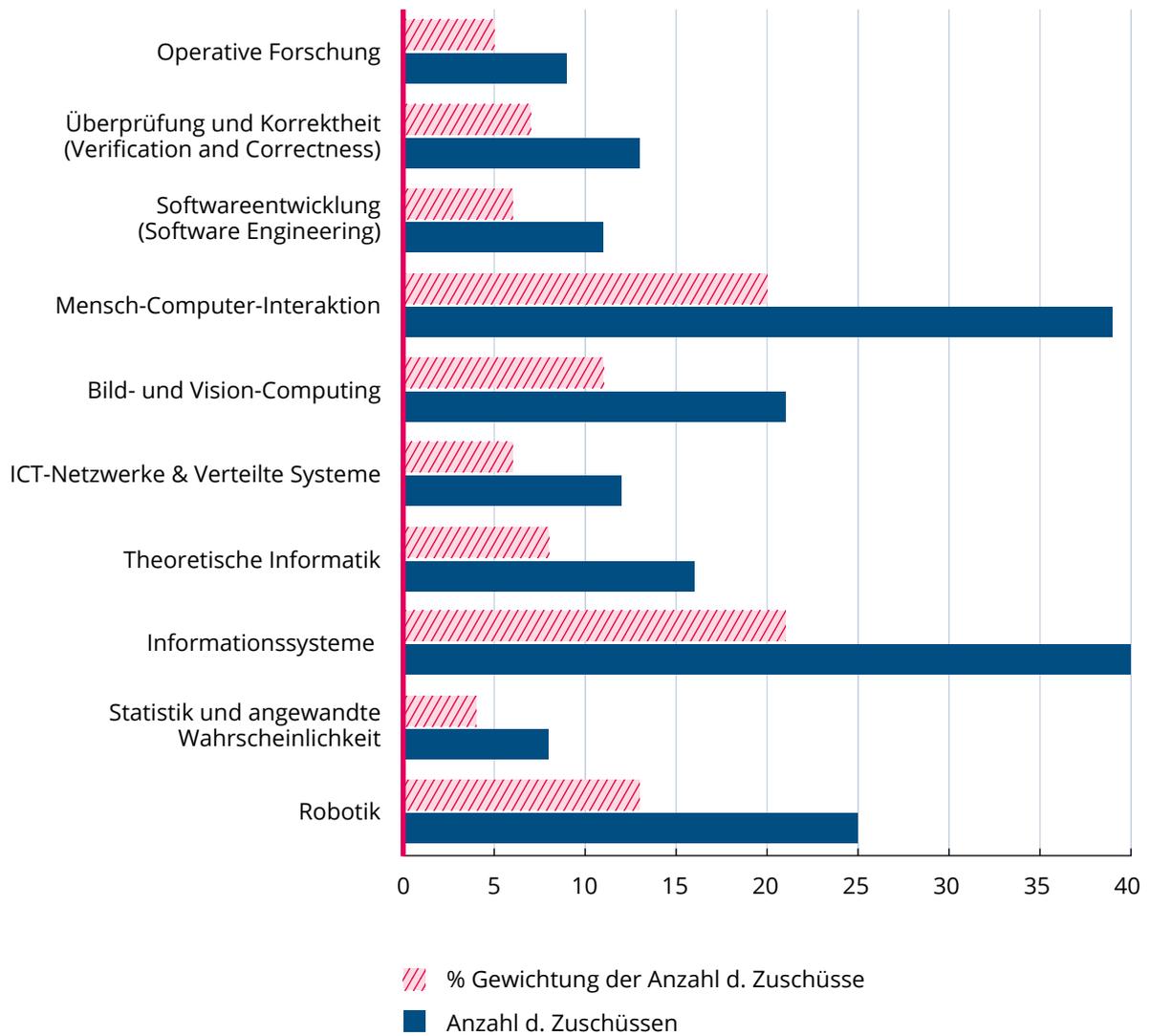
Grafik 4: Patentpublikationen zu *Machine Learning* und *Deep Learning* nach Länderkennung³⁶⁵



Grafik 5: Patentpublikationen zu KI, Machine Learning und Deep Learning mit internationalem Äquivalent³⁶⁶



Grafik 6: Thematische Verteilung der Forschungszuschüsse des EPSRC



Grafik 7: Forschungsgebiete des *Korea Advanced Institute of Science and Technology*³⁶⁷

“AI Fundamentals” (22 Forscher)

Brain Science and Engineering	<ul style="list-style-type: none"> › Study to understand how the human brain works › Study to create machines exhibiting behavior comparable to those of humans
Machine Learning	<ul style="list-style-type: none"> › Artificial neural networks › Deep learning › Inductive logic programming › Bayesian networks › Reinforcement learning › Representation learning › Sparse dictionary learning › Genetic algorithms › Rule-based machine learning
Multimodal Perception and Interaction (audio/visual/text)	<ul style="list-style-type: none"> › Visual representation and recognition › Video captioning › Speech recognition/understanding and synthesis › Tactile perception › Multimodal integration of text, visual, auditory and tactile information
Natural Language Processing, Understanding and Generation	<ul style="list-style-type: none"> › Visual representation and recognition › Video captioning › Speech recognition/understanding and synthesis › Tactile perception › Multimodal integration of text, visual, auditory and tactile information
Emotional Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> › Facial emotion recognition › Speech emotion recognition › Text emotion recognition › Multimodal emotion recognition › Ethics intelligence

“AI Emerging” (15 Forscher)

Brain AI Interface (BAI)	<ul style="list-style-type: none"> › Non-invasive BCIs › Electroencephalography (EEG)-based brain-computer interfaces › Neurogaming › Brain to AI (brain science based AI study) und AI to Brain (AI based brain study)
Smart Chips for Pervasive Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> › Hardware acceleration techniques (e. g., FPGA and ASIC) for neural and machine learning paradigms › Neuromorphic implementation › Learning on chips for regression, classification, feature learning and sparse coding › Approximated and incremental computing hardware for machine learning › Smart chips and hardware implementation for auditory systems › Smart chips and hardware implementation for visual systems
Quantum Machine Learning (QML)	<ul style="list-style-type: none"> › Quantum-enhanced machine learning › Quantum learning theory › Classical learning applied to quantum systems › Fully quantum machine learning

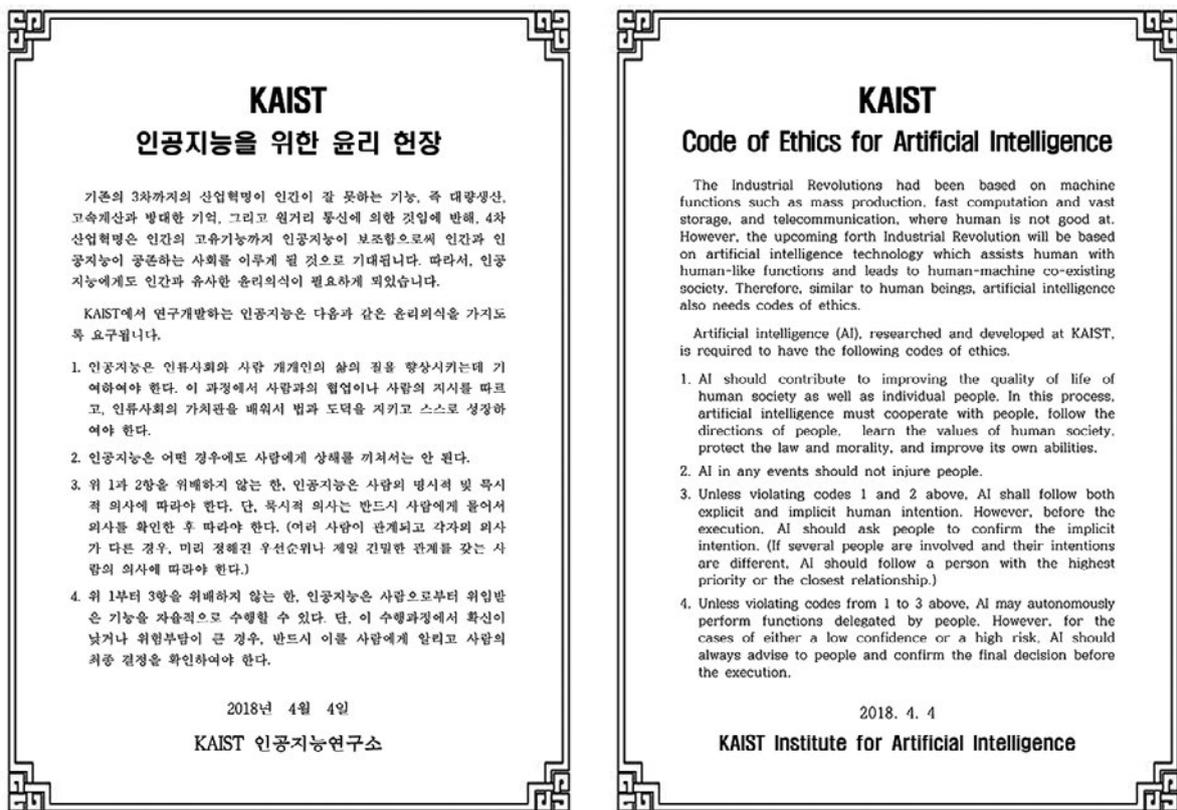
“AI Applications” (32 Forscher)

Forschungsfelder allgemein	<ul style="list-style-type: none"> › Intelligent agent services › Intelligent robot/drone/self-driving car › AI based solutions for natural science and engineering problems › AI based medicine and healthcare › AI based design of new material and composition › AI based management, economics and finance analysis › AI based environment and atmosphere prediction system › AI based music technology
Anwendungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> › AI based Medical/Healthcare › Intelligent Urban Robotics › IoT based Intelligent Companion › AI based new material design and composition › AI based Chemistry › AI based nuclear fusion reactor diagnosis and control › AI based hazardous situation control › AI based Marine and Atmosphere Prediction System › AI based Management and Economics

“KI Robotics”: AI for Robotics (7 Forscher)

Forschungsprogramme	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cooperation between Multiple Robots Based on Task Planning ➤ Development of a Mobile Robot Platform ➤ Development of a Learning Algorithm for AI
---------------------	--

Grafik 8: Korea Advanced Institute of Science and Technology: Code of Ethics for AI³⁶⁸



363 CB Insights 2017 (vgl. Kapitel „Methodologie Cambrian KI Index“)

364 French, 2018 (vgl. Kapitel „China“).

365 Basierend auf Stichwortsuche in Titel und Abstract von Patentpublikationen 2015–2017 (www.epo.org > Espacenet)

366 M-Cam, 2018 (vgl. Kapitel „Methodologie Cambrian KI Index“)

367 Vgl. KAIST, k. D.

368 KAIST, 2018

Literaturverzeichnis

USA



115th Congress (2017): H.R.4625, FUTURE of Artificial Intelligence Act of 2017. 12.12.2017. <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/4625/text> (abgerufen am 10.07.2018)

- B** Buchanan, L. (2017): Study, Nearly Half the Founders of America's Biggest Companies Are First- or Second-Generation Immigrants. 05.12.201, inc.com. <https://www.inc.com/leigh-buchanan/fortune-500-immigrant-founders.html> (abgerufen am 10.07.2018)

- C** Coldewey, D. (2016): Here's how The White House wants the U.S. to approach AI R&D. 12.10.2016, Techcrunch. <https://techcrunch.com/2016/10/12/white-house-reports-on-ai-no-skynet/?guccounter=1> (abgerufen am 10.07.2018)

Corrigan, J. (2018): White House Official: Bet on U.S. to Win the AI War. 10.07.2018, Nextgov. <https://www.nextgov.com/emerging-tech/2018/07/white-house-official-bet-us-win-ai-war/149591/> (abgerufen am 10.07.2018)

- D** Dadich, S. (2016) Barack Obama, Neural Nets, Self-Driving Cars and the Future of the World. Interview von Joi Ito und Scott Dadich mit Barack Obama. 24.08.2016, WIRED. <https://www.wired.com/2016/10/president-obama-mit-joi-ito-interview/> (abgerufen am 11.07.2018)

DARPA (n.D): About DARPA. <https://www.darpa.mil/attachments/AIFull.pdf> (abgerufen am 10.07.2018)

DIUX (k. D.): Accelerating Commercial Innovation For National Defense. <https://www.diux.mil/> (abgerufen am 10.07.2018)

Dutton, T. (2018): An Overview of National AI Strategies. 22.07.2018, Medium.Com. <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd> (abgerufen am 10.08.2018)

- F** FBO (2018): Program Announcement for Artificial Intelligence Exploration (AIE). 20.07.2018, Federal Business Opportunities (FBO). https://www.fbo.gov/index?s=opportunity&mode=form&id=4d1714a70aed75b0176be12e70de22f9&tab=core&_cview=1 (abgerufen am 10.08.2018)

- G** Govini (k. D.) Department of Defense. Artificial Intelligence, Big Data and Cloud Taxonomy. http://www.govini.com/research-form/?post_title=DoD%20ARTIFICIAL%20INTELLIGENCE,%20BIG%20DATA%20AND%20CLOUD%20TAXONOMY&post_link_redirect=http://www.govini.com/research-item/dod-artificial-intelligence-and-big-data-taxonomy/&post_id=4026 (abgerufen am 10.07.2018)

Groth, O.; Nitzberg, M. (2018): Solomon's Code: Humanity in a World of Thinking Machines. Pegasus; 1 edition.

- L** Launchbury, J. (k. D.): A DARPA Perspective on Artificial Intelligence. <https://www.darpa.mil/attachments/AIFull.pdf> (abgerufen am 15.07.2018)
- M** Metz, C. (2018): As China Marches Forward on A.I., the White House Is Silent. 12.02.2018, New York Times. <https://www.nytimes.com/2018/02/12/technology/china-trump-artificial-intelligence.html> (abgerufen am 03.08.2018)
- N** NHTSA (2017): Automated Driving Systems 2.0. A Vision for Safety. https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf (abgerufen am 28.07.2018)
- NSF (k. D.) Homepage. <https://www.nsf.gov> (abgerufen am 28.07.2018)
- NSF (2018a): Building The Future Investing In Discovery And Innovation. NSF Strategic Plan for Fiscal Years (FY) 2018–2022. <https://www.nsf.gov/pubs/2018/nsf18045/nsf18045.pdf> (abgerufen am 03.08.2018)
- NSF (2018b): Statement on Artificial Intelligence for American Industry. 10.05.2018. https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=245418 (abgerufen am 28.07.2018)
- R** Reardon, S., Witze, A. (2018): Trump Taps Meteorologist as White House Science Advisor. 01.08.2018, Scientific American. <https://www.scientificamerican.com/article/trump-taps-meteorologist-as-white-house-science-f-advisor/> (abgerufen am 03.08.2018)
- S** Shepardson, D. (2018): Trump administration will allow AI to ,freely develop' in U.S. 10.05.2018, Reuter. <https://www.reuters.com/article/us-usa-artificialintelligence/trump-administration-will-allow-ai-to-freely-develop-in-u-s-official-idUSKBN1IB30F> (abgerufen am 28.07.2018)
- Simonite, T. (2017): Defense Secretary James Mattis Envis Silicon Valley's AI Ascent. 08.11.2017, WIRED. <https://www.wired.com/story/james-mattis-artificial-intelligence-diux/> (abgerufen am 03.08.2018)
- Sputnik (2018): White House Silent as China Details Plans to Wrest AI Dominance from the US. 15.02.2018, Sputnik News. <https://sputniknews.com/science/201802151061674936-china-ai-dominance-white-house-silent/> (abgerufen am 28.07.2018)
- Statista (2018a): Anzahl der monatlich aktiven Facebook Nutzer weltweit vom 3. Quartal 2008 bis zum 2. Quartal 2018 (in Mio.). <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37545/umfrage/anzahl-der-aktiven-nutzer-von-facebook/> (abgerufen am 17.07.2018)
- Stefanik, E. (2018): Stefanik Introduces Artificial Intelligence Legislation. Press Release. 21.03.2018. <https://stefanik.house.gov/media-center/press-releases/stefanik-introduces-artificial-intelligence-legislation> (abgerufen am 28.07.2018)
- W** White House (2016a): Preparing for the Future of Artificial Intelligence. https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf (abgerufen am 18.07.2018)
- White House (2016b): The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan. Abgerufen von: https://www.nitrd.gov/news/national_ai_rd_strategic_plan.aspx (abgerufen am 18.07.2018)

White House (2016c): Artificial Intelligence, Automation, and the Economy. <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/whitehouse.gov/files/documents/Artificial-Intelligence-Automation-Economy.PDF> (abgerufen am 18.07.2018)

White House (2017a): Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies. FY 2019 Administration Research and Development Budget Priorities. <https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/ostp/fy2019-administration-research-development-budget-priorities.pdf> (abgerufen am 18.07.2018)

White House (2017b): Presidential Memorandum for the Secretary of Transportation. 25.10.2017. <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/presidential-memorandum-secretary-transportation/> (abgerufen am 18.07.2018)

White House (2018a): President's Management Agenda. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/04/ThePresidentsManagementAgenda.pdf> (abgerufen am 18.07.2018)

White House (2018b): White House Hosts Summit on Artificial Intelligence for American Industry. 10.05.2018. <https://www.whitehouse.gov/articles/white-house-hosts-summit-artificial-intelligence-american-industry/> (abgerufen am 18.07.2018)

White House (2018c): Artificial Intelligence for the American People. <https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/artificial-intelligence-american-people/> (abgerufen am 18.07.2018)

White House (2018d): Summary of the 2018 White House Summit on Artificial Intelligence for American Industry. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/05/Summary-Report-of-White-House-AI-Summit.pdf> (abgerufen am 18.07.2018)

China



- B** Bajikar, S. (2018): The Future Of AI Is In Materials. 09.01.2018, Semiconductor Engineering. <https://semiengineering.com/the-future-of-ai-is-in-materials/> (abgerufen am 05.09.2018)

- Barton, D.; Woetzel, J.; Seong, J.; Tian, Q. (2017): Artificial Intelligence: Implications For China. 04.2017, McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/china/artificial-intelligence-implications-for-china> (abgerufen am 05.09.2018)

- C** Chen, Y.; Sanders, R.; Wang, J. (2008): The commercialisation of Chinese universities and its effects on research capacity. Universities as Centres of Research and Knowledge Creation: An Endangered Species? Rotterdam: Sense Publishers. pp. 1–280.

- Chou, C. (2018): Alibaba's Damo Academy Hires Prominent Computer Scientist Mario Szegedy. 17.01.2018, Alizila. <https://www.alizila.com/alibabas-damo-academy-hires-prominent-computer-scientist-mario-szegedy/> (abgerufen am 07.09.2018)

- D** Dieseldorf, C. (2016): 19 New Fabs to Start Construction. 08.06.2016, semi. <http://www.semi.org/en/19-new-fabs-start-construction> (abgerufen am 08.09.2018)

- Ding, J. (2018): Deciphering China's AI Dream. 03.2018, Future of Humanity Institute, University of Oxford. https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Deciphering_Chinas_AI-Dream.pdf (abgerufen am 05.09.2018)
- E** Economist, The (2018): Gateway to the Globe. Veröffentlicht von The Economist „Planet China – What to make of the Belt Road Initiative“. 28.07.2018, The Economist.
- Ernst, D. (2016): From catching up to forging ahead: China's new role in the semiconductor industry. SolidState Technology. <https://electroiq.com/2016/05/from-catching-up-to-forging-ahead-chinas-new-role-in-the-semiconductor-industry/> (abgerufen am 08.09.2018)
- F** French, S. (2018): China has 9 of the world's 20 biggest tech companies. 31.05.2018, Market Watch. <https://www.marketwatch.com/story/china-has-9-of-the-worlds-20-biggest-tech-companies-2018-05-31> (abgerufen am 08.09.2018)
- H** Horowitz, M.; Kania, E. B.; Allen, G.C.; Scharre, P. (2018): Strategic Competition in an Era of Artificial Intelligence. 25.07.2018, CNAS. <https://www.cnas.org/publications/reports/strategic-competition-in-an-era-of-artificial-intelligence#fn76> (abgerufen am 10.09.2018)
- I** ISO (2017): ISO/IEC JTC 1/SC 42, Artificial intelligence. <https://www.iso.org/committee/6794475.htm> (abgerufen am 05.09.2018)
- L** Luo, Y.; Kaja, A.; Karch, T. (2018): Covington Artificial Intelligence Update: China's Framework of AI Standards Moves Ahead. 16.07.2018, covington. <https://www.insideprivacy.com/artificial-intelligence/covington-artificial-intelligence-update-chinas-framework-of-ai-standards-moves-ahead/> (abgerufen am 05.09.2018)
- M** Marr, B. (2018): How Chinese Internet Giant Baidu Uses Artificial Intelligence and Machine Learning. 06.07.2018, Forbes. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/06/how-chinese-internet-giant-baidu-uses-artificial-intelligence-and-machine-learning/#242836ec2d55> (abgerufen am 07.09.2018)
- Metz, C. (2018): As China Marches Forward on A.I., the White House Is Silent. 12.02.2018, New York Times. <https://www.nytimes.com/2018/02/12/technology/china-trump-artificial-intelligence.html> (abgerufen am 10.09.2018)
- MIT (2018): MIT and SenseTime announce effort to advance artificial intelligence research. 28.02.2018. <http://news.mit.edu/2018/mit-sensetime-announce-effort-advance-artificial-intelligence-research-0228> (abgerufen am 10.09.2018)
- Murison, M. (2018): Chinese city launches \$16 billion artificial intelligence fund. 17.05.2018, internet of business. <https://internetofbusiness.com/chinese-artificial-intelligence-fund/> (abgerufen am 05.09.2018)
- N** New America (2017): State Council Notice on the Issuance of the Next Generation Artificial Intelligence Development Plan (Translation). 20.07.2017. <https://www.newamerica.org/documents/1959/translation-fulltext-8.1.17.pdf> (abgerufen am 01.08.2018)

New York Times (2013): Luring Back the Chinese Who Study Abroad. 21.01.2013. <https://www.nytimes.com/roomfordebate/2013/01/21/the-effects-of-chinas-push-for-education/luring-back-the-chinese-who-study-abroad> (abgerufen am 10.09.2018)

- R** Reuters (2018a): Beijing to build \$2 billion AI research park: Xinhua. 03.01.2018, Reuters. <https://www.reuters.com/article/us-china-artificial-intelligence/beijing-to-build-2-billion-ai-research-park-xinhua-idUSKBN1ES0B8> (abgerufen am 01.09.2018)

Reuters (2018b): China's city of Tianjin to set up \$16-billion artificial intelligence fund. 17.05.2018, Reuters. <https://www.reuters.com/article/us-china-ai-tianjin/chinas-city-of-tianjin-to-set-up-16-billion-artificial-intelligence-fund-idUSKCN1I10DD> (abgerufen am 01.09.2018)

- S** Shu, C. (2017): Alibaba Group will invest \$15B into a new global research and development program. 11.10.2017, Techcrunch. <https://techcrunch.com/2017/10/10/alibaba-group-will-invest-15b-into-a-new-global-research-and-development-program/> (abgerufen am 11.09.2018)

Statista (2018): Anzahl der monatlich aktiven Nutzer (MAU) von WeChat weltweit vom 2. Quartal 2011 bis zum 2. Quartal 2018 (in Mio.). <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/311381/umfrage/anzahl-der-monatlich-aktiven-nutzer-von-wechat-weltweit/> (abgerufen am 15.07.2018)

- V** Varadharajan, D. (2017): State of AI in China. CB Insights. <https://www.cbinsights.com/research/briefing/china-in-ai-trends/> (abgerufen am 20.07.2018)

- W** Webster, G.; Creemers, R.; Triolo, P.; Kania, E. (2017): China's Plan to 'Lead' in AI: Purpose, Prospects, and Problems. 01.08.2017, New America: <https://www.newamerica.org/cybersecurity-initiative/blog/chinas-plan-lead-ai-purpose-prospects-and-problems/> (abgerufen am 21.07.2018)

Großbritannien



- A** Alan Turing Institute (k. D.): Homepage. <https://www.turing.ac.uk> (abgerufen am 23.08.2018)

- B** BEIS – Department for Business, Energy and Industrial Strategy (2017a): First-ever UK-US Science and Technology Agreement paves the way for closer research collaborations. Press release. 20.09.2017. <https://www.gov.uk/government/news/first-ever-uk-us-science-and-technology-agreement-paves-the-way-for-closer-research-collaborations> (abgerufen am 23.08.2018)

BEIS (2017b): Industrial Strategy: building a Britain fit for the future. 27.11.2017. <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy-building-a-britain-fit-for-the-future> (abgerufen am 23.08.2018)

BEIS; UKRI – UK Research and Innovation (2017): Industrial Strategy Challenge Fund for research and innovation. 08.05.2017. <https://www.gov.uk/government/collections/industrial-strategy-challenge-fund-joint-research-and-innovation> (abgerufen am 23.08.2018)

BEIS (2018): Government response to House of Lords Artificial Intelligence Select Committee's Report on AI in the UK: Ready, Willing and Able? 06.2018. <https://www.gov.uk/government/publications/ai-in-the-uk-ready-willing-and-able-government-response-to-the-select-committee-report> (abgerufen am 23.08.2018)

- BEIS; DCMS – Department for Digital, Culture, Media & Sport (2018): AI Sector Deal. 26.04.2018. <https://www.gov.uk/government/publications/artificial-intelligence-sector-deal/ai-sector-deal> (abgerufen am 23.08.2018)
- D** DCMS – Department for Digital, Culture, Media & Sport (2018): Centre for Data Ethics and Innovation Consultation. 13.06.2018. <https://www.gov.uk/government/consultations/consultation-on-the-centre-for-data-ethics-and-innovation/centre-for-data-ethics-and-innovation-consultation> (abgerufen am 20.08.2018)
- E** EPSRC – Engineering and Physical Sciences Research Council (2018): Artificial intelligence technologies. <https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/researchareas/ait/> (abgerufen am 23.08.2018)
- G** Groth, O.; Nitzberg, M. (2018): Solomon's Code: Humanity in a World of Thinking Machines. Pegasus; 1 edition.
- H** Hardacker, A. (2018): World-Renowned Experts Join UK's New ,Office For Ai'. 26.06.2018, BusinessCloud. <http://www.businesscloud.co.uk/news/world-renowned-experts-join-uks-new-office-for-ai> (abgerufen am 27.08.2018)
- HESA – Higher Education Statistics Agency (k. D.): Data and analysis. <https://www.hesa.ac.uk/data-and-analysis> (abgerufen am 23.08.2018)
- M** Middleton, C. (2018): Europe announces €20 billion AI strategy – UK sidelined | Analysis. 25.04.2018, internet of business. <https://internetofbusiness.com/european-commission-announces-new-e20-billion-ai-strategy/> (abgerufen am 23.08.2018)
- P** Parliament UK (2017): Managing intellectual property and technology transfer. 10.03.2017. <https://publications.parliament.uk/pa/cm201617/cmselect/cmsctech/755/75503.htm> (abgerufen am 23.08.2018)
- R** RSM Pace Ltd. (2018): Research into issues around the commercialisation of university IP. A report for the Department for Business, Energy, and Industrial Strategy. 02.2018. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/699441/university-ip-commercialisation-research.pdf (abgerufen am 23.08.2018)
- S** Stirling, R.; Miller, H.; Martinho-Truswell, E. (2018): Government AI Readiness Index. Oxford Insights. <https://www.oxfordinsights.com/government-ai-readiness-index/> (abgerufen am 23.07.2018)
- U** UKRI – UK Research and Innovation (k. D.): Working with business. <https://www.ukri.org/innovation/working-with-business/> (abgerufen am 23.08.2018)

Frankreich



- A** ARCEP – Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (2018): “Un “bac à sable” réglementaire : Pourquoi, Comment ?, 18.04.2018 <https://archives.arcep.fr/index.php?id=13816> (abgerufen am: 15.07.2018).
- B** Boston Consulting GAMMA (2018): Artificial Intelligence: Have No Fear <https://www.slideshare.net/TheBostonConsultingGroup/artificial-intelligence-have-no-fear> (abgerufen am: 19.07.2018)
- D** DataIA (k. D.): Homepage. <http://dataia.eu/node/79> (abgerufen am 20.07.2018).
- DataIA (2018): Appel à Projets 2018. Projets sélectionnés, http://dataia.eu/sites/default/files/AAP/Institut_DATAIA_AAP_2018_selection.pdf (abgerufen am 20.07.2018).
- E** Economist, The (2018): La République en grève. Emmanuel Macron faces a wave of strikes and protests in France, 14.04.2018 <https://www.economist.com/europe/2018/04/14/emmanuel-macron-faces-a-wave-of-strikes-and-protests-in-france> (abgerufen am: 18.07.2018).
- F** France Diplomatie (2018): Déclaration franco-canadienne sur l'intelligence artificielle. 07.06.18. <https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/canada-y-compris-quebec/la-france-et-le-canada/evenements/article/declaration-franco-canadienne-sur-l-intelligence-artificielle-07-06-18> (abgerufen am:16.07.2018)
- France Intelligence Artificielle (2017): Rapport de Synthèse. Groupes de Travail, Paris https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/2017/Conclusions_Groupes_Travail_France_IA.pdf (abgerufen am: 15.07.2018)
- France Is AI (k. D.) Research. Abgerufen unter: <https://franceisai.com/research> (abgerufen am: 18.07.2018).
- I** Idrac, A. (2018): Développement des Véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique, Ministerium des Innern/Ministerium für Umwelt, Energie und Ökologischen Übergang, Paris <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/184000287.pdf> (abgerufen am: 19.07.2018).
- INRIA (2016): Artificial Intelligence. Current Challenges and INRIA's Engagement, White Paper No.1, Paris <https://www.inria.fr/en/news/news-from-inria/artificial-intelligence-current-challenges-and-inria-s-engagement> (abgerufen am: 15.07.2018)
- INRIA (2018a): Inria takes part in PRAIRIE Institute launch. Presseerklärung vom 29.03.2018 <https://www.inria.fr/en/news/news-from-inria/launch-of-the-prairie-institute> (abgerufen am:16.07.2018)
- INRIA (2018b): Groupe PSA and Inria create an OpenLab dedicated to artificial intelligence. Presseerklärung vom 05.07.2018. <https://www.inria.fr/en/news/news-from-inria/openlab-psa-inria> (abgerufen am: 16.07.2018)

- L** La French Tech (k.D.): Homepage. <https://french-tech-central.com/> (abgerufen am: 16.07.2018)
- LeMaire, Bruno und Gény-Stephann, Delphine (2018): Le Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises (PACTE). Juni 2018. <https://www.economie.gouv.fr/files/files/ESPACE-EVENEMENTIEL/PACTE/bro-a4-pacte-web.pdf> (abgerufen am: 20.07.2018)
- M** Macron, E. (2018): Rede anlässlich des "AI for Humanity"-Gipfels, 29.03.2018. Transkript abgerufen über: <http://www.elysee.fr/declarations/article/transcription-du-discours-du-president-de-la-republique-emmanuel-macron-sur-l-intelligence-artificielle/> (abgerufen am: 13.07.2018).
- Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (2018a): La stratégie IA, pour faire de la France un acteur majeur de l'intelligence artificielle, 29.03.2018 <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid128618/la-strategie-ia-pour-faire-de-la-france-un-acteur-majeur-de-l-intelligence-artificielle.html?menu=5> (abgerufen am: 15.07.2018)
- Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (2018b): Appel à manifestations d'intérêt pour la constitution d'Instituts interdisciplinaires d'intelligence artificielle, Presseerklärung vom 25.07.2018. <http://m.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid133025/appel-a-manifestations-d-interet-pour-la-constitution-d-instituts-interdisciplinaires-d-intelligence-artificielle.html>
- Ministère des Armées (2018): Florence Parly présente son plan en faveur de l'intelligence artificielle. Presseerklärung vom 19.03.2018. <https://www.defense.gouv.fr/actualites/articles/florence-parly-presente-son-plan-en-faveur-de-l-intelligence-artificielle> (abgerufen am: 19.07.2018).
- Ministère des Solidarités et de la Santé (2018): Agnès Buzyn lance la mission de préfiguration du « Health Data Hub » un laboratoire d'exploitation des données de santé. Presseerklärung vom 12.06.2018 <http://solidarites-sante.gouv.fr/actualites/presse/communiqués-de-presse/article/agnes-buzyn-lance-la-mission-de-prefiguration-du-health-data-hub-un-laboratoire> (abgerufen am: 19.07.2018).
- O** OPECST – Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (2017): Pour une intelligence artificielle maîtrisée, utile et démystifiée. Senat/Assemblée Nationale, 17.03.2017. <http://www.senat.fr/rap/r16-464-1/r16-464-11.pdf> (abgerufen am: 15.07.2018).
- S** Station F (k. D.): Homepage. <https://stationf.co/> (abgerufen am: 14.07.2018)
- U** Usine Digitale (2018): Pourquoi le projet de loi Pacte inquiète France Digitale. 21.02.2018 <https://www.usine-digitale.fr/editorial/le-je-ne-suis-pas-contre-des-mesures-protectionnistes-mais-d-olivier-mathiot-de-france-digitale.N656194> (abgerufen am: 15.07.2018)
- V** Villani, C. (Hrsg.) (2018): For A Meaningful Artificial Intelligence. Towards a French and European Strategy. https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf (abgerufen am: 15.07.2018)
- W** Wired (2017): João Medeiros Station F (2017): The world's largest startup campus opens in Paris. 29.06.2017 <https://www.wired.co.uk/article/station-f> (abgerufen am: 14.07.2018)

Wired (2018): Emmanuel Macron Talks To WIRED About Artificial Intelligence. <https://www.wired.com/story/emmanuel-macron-talks-to-wired-about-frances-ai-strategy/> (abgerufen am: 15.07.2018)

- Z** ZEIT, Die (2018): Macron, der Eilige. Erschienen am: 18.04.2018 <https://www.zeit.de/2018/17/reformen-frankreich-emmanuel-macron-manager/komplettansicht> (abgerufen am: 14.07.2018)

Finnland



- A** Aalto University (2017): Aalto University and the University of Helsinki join forces in artificial intelligence research 23.10.2017 <http://www.aalto.fi/en/current/news/2017-10-23/> (abgerufen am: 16.08.2018)

Aalto University (2018): Finnish Centre of Artificial Intelligence FCAI and VTT join forces, 15.06.2018 <http://www.aalto.fi/en/current/news/2018-06-15-002/> (abgerufen am: 16.08.2018)

Academy of Finland (2017a): Funding Decisions, AIPSE 2017 LT (Novel Applications of Artificial Intelligence in Physical Sciences and Engineering) http://webfocus.aka.fi/ibi_apps/WFServlet?ekaLataus=0&IBIF_ex=x_RahPaatYht_report2&IBIAPP_app=aka_ext&UILANG=en&SANAHAKU=&ETUNIMI=&SUKUNIMI=&SUKUPUOLI=FOC_NONE&HAKU=20170000000675&ORGANIS=FOC_NONE&TUTKDI=FOC_NONE&TMK=FOC_NONE&PAATVUOSI_A=2001&PAATVUOSI_L=2017&LAJITTELU=PAATOS&TULOSTE=HTML (abgerufen am: 20.08.2018)

Academy of Finland (2017b): Funding Decisions, ICT 2023: Computation, Machine Learning and Artificial Intelligence http://webfocus.aka.fi/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=x_RahPaatYht_report&HAKU=660&TMK=LT&LAJITTELU=PAATOS&UILANG=en (abgerufen am: 20.08.2018)

Academy of Finland (2018): 8 applications go through to second stage of Academy of Finland's Flagship Programme call. Presseerklärung 10.01.2018 <http://www.aka.fi/en/about-us/media/press-releases/2018/8-applications-go-through-to-second-stage-of-academy-of-finlands-flagship-programme-call/> (abgerufen am: 20.08.2018)

Accenture (2016): Why Artificial Intelligence is the Future of Growth. https://www.accenture.com/lv-en/_acnmedia/PDF-33/Accenture-Why-AI-is-the-Future-of-Growth.pdf (abgerufen am: 16.08.2018)

Ahola, J./Ermes, M./Korhonen, I. (2017): Strategic Research Agenda on Finnish Innovation Hub for Artificial Intelligence for Health. VTT <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2017/T304.pdf> (abgerufen am: 16.08.2018)

AI Finland (k. D.): Homepage der Steuerungsgruppe. <https://www.tekoalyaika.fi/en/> (abgerufen am: 16.08.2018)

Allied ICT (k. D.): Homepage. <https://alliedict.fi/> (abgerufen am: 16.08.2018)

- B** Business Finland (k. D.): Homepage. <https://www.businessfinland.fi/> (abgerufen am: 16.08.2018)

- Business Insider Nordic (2018): Finland's startup scene racks up another record year with €349 million invested – here's why 2018 should be even better. 05.04.2018 <https://nordic.businessinsider.com/finlands-startup-scene-powers-on-to-a-record-year-with-349-million-invested--heres-why-2018-should-look-even-better--> (abgerufen am: 20.08.2018)
- C** City of Espoo (k. D.): The Helsinki metropolitan area service map https://www.espoo.fi/en-US/Eservices/Other_services/The_Helsinki_metropolitan_area_service_map (abgerufen am: 16.08.2018)
- F** Financial Times (2015): The rise, fall and rise again of Nokia. 17.04.2015 <https://www.ft.com/content/f0920c3e-e4da-11e4-8b61-00144feab7de> (abgerufen am: 20.08.2018)
- FinnGen Research Project (k. D.): Homepage. <https://www.finngen.fi/> (abgerufen am: 20.08.2018)
- Finnish Center for Artificial Intelligence (k. D.): Forschungsfelder <https://fcai.squarespace.com/research/#anchor-r> (abgerufen am: 08.08.2018)
- Finnish Center for Artificial Intelligence (2018a): FCAI Society: understanding and communicating AI across scientific divides. Helsinki, 27.03.2018. <https://fcai.squarespace.com/fcainews/2018/3/27/fcai-society-understanding-and-communicating-ai-across-scientific-divides> (abgerufen am: 08.08.2018)
- Finnish Center for Artificial Intelligence (2018b): Postdoc and Doctoral student positions in Machine Learning, Helsinki, 02.07.2018 <http://www.fcai.fi/fcainews/2018/7/2/postdoc-and-doctoral-student-positions-in-machine-learning> (abgerufen am: 08.08.2018)
- Finnish Transport Agency (k. D.): Open Data Materials. Helsinki <https://www.liikennevirasto.fi/web/en/open-data/materials#.W4Acl6YUnIU> (abgerufen am: 14.08.2018)
- G** Government of Finland (2017): Finland, a land of solutions. Mid-term review of Government Action Plan 2017–2019, Government publications 7/2017 <https://valtioneuvosto.fi/documents/10184/321857/Government+action+plan+28092017+en.pdf> (abgerufen am: 14.08.2018)
- Government of Finland (k. D.): Artificial intelligence programme. <https://tem.fi/en/artificial-intelligence-programme> (abgerufen am: 14.08.2018)
- H** HILLA Center (k. D.): Strategic Research Environments. Abgerufen von: <http://www.hilla.center/sres> (abgerufen am: 14.08.2018)
- I** IBM (2017): IBM invests to accelerate innovation, collaboration and fast-track healthcare solutions in Finland. Presseerklärung 04.04.2017 <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/52008.wss> (abgerufen am: 16.08.2018)
- K** Keski-Äijö, O. (Business Finland) (2018): Interview, geführt am 16.08.2018
- L** Lähteenmäki, J. (2018): Health data opportunity for companies. Präsentation für HL7 Finland, Personal Health SIG Workshop 26.3.2018. VTT Technical Research Research Centre of Finland. <http://www.hl7.fi/wp-content/uploads/Health-data-opportunity-for-companies.pdf> (abgerufen am: 12.08.2018)

- M** Ministry of Economic Affairs and Employment (k. D.): Frequently asked questions about Talent Boost, Helsinki. <https://tem.fi/en/frequently-asked-questions-about-talent-boost> (abgerufen am: 12.08.2018)
- Ministry of Economic Affairs and Employment (2017a): Government report on the National Energy and Climate Strategy for 2030, 12/2017 http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79247/TEMjul_12_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y (abgerufen am: 16.08.2018)
- Ministry of Economic Affairs and Employment (2017b): Finland's Age of Artificial Intelligence. Turning Finland into a leading country in the application of artificial intelligence, Report 47/2017 http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160391/TEMrap_47_2017_verkkojulkaisu.pdf (abgerufen am: 16.08.2018)
- Ministry of Economic Affairs and Employment (2018a): National Growth Programme for the Transport Sector 2018–2022 http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160721/1_2018_MEAE_guide_National_Growth_Programme_Transport_03042018.pdf?sequence=4&isAllowed=y (abgerufen am: 16.08.2018)
- Ministry of Economic Affairs and Employment (2018b): Work in the Age of Artificial Intelligence. Four perspectives on the economy, employment, skills and ethics, Veröffentlichung 21/2018 http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160980/TEMjul_21_2018_Work_in_the_age.pdf (abgerufen am: 16.08.2018)
- Ministry of Education and Culture (2018): Suomi 100+. Education and Learning, Knowledge, Science and Technology for the Benefit of People and Society <https://minedu.fi/documents/1410845/4177242/Proposal%20for%20Finland/08a7cc61-3e66-4c60-af75-d44d1877787d>
- Ministry of Finance (2017): Government agreed on new investment for growth and employment. Presseerklärung, 27.04.2017 https://vm.fi/en/article/-/asset_publisher/10616/hallitus-sopi-uusista-panostuksista-kasvuun-ja-tyollisyyteen
- Ministry of Finance (k. D.): Onward from the Finnish Open Data Programme <https://vm.fi/en/open-data-programme> (abgerufen am: 16.08.2018)
- O** Open Data and interoperability tools (k. D.): Avoindata.fi — All the Open Data in Finland within one service <https://www.avoindata.fi/en> (abgerufen am: 15.08.2018)
- Open Science and Research (k. D.): Open science services for the Finnish research system. <https://openscience.fi/services> (Abgerufen am: 16.08.2018)
- R** Research and Innovation Council Finland (2017): Vision and road map. Helsinki. https://valtioneuvosto.fi/documents/10184/4102579/Vision_and_roadmap_RIC.pdf/195ec1c2-6ff8-4027-9d16-d561dba33450 (abgerufen am: 16.08.2018)
- S** Sipilä, Juha (2015): Antrittsrede vor dem Parlament. Helsinki https://valtioneuvosto.fi/en/article/-/asset_publisher/paaministeri-juha-sipila-strategisen-hallitusohjelman-tiedonantokeskustelussa-eduskunnassa-2-6-2015?_101_INSTANCE_3qmUejglxZEK_groupId=10616 (abgerufen am: 16.08.2018)

SITRA (k. D.a): IHAN. Technical Webinar. <https://www.sitra.fi/en/events/ihan-technical-webinar/> (abgerufen am: 16.08.2018)

SITRA (k. D.b): Well Being Data. What is it about? <https://www.sitra.fi/en/topics/well-being-data/#what-is-it-about> (abgerufen am: 16.08.2018)

SvenskaYLE (2018): Volvo wants Finland to make self-driving cars „legally responsible,“ not humans. 04.06.2018 https://yle.fi/uutiset/osasto/news/volvo_wants_finland_to_make_self-driving_cars_legally_responsible_not_humans/10237082 (abgerufen am: 16.08.2018)

- T** TechCrunch (2015): Nokias Fall Means the Rise of Startups in Finland. 11.11.2015 <https://techcrunch.com/2015/11/11/nokias-fall-means-the-rise-of-startups-in-finland/?guccounter=1> (abgerufen am: 16.08.2018)

Südkorea



- B** Bloomberg (2018a): The U.S. Drops Out of the Top 10 in Innovation Ranking. 23.01.2018 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/south-korea-tops-global-innovation-ranking-again-as-u-s-falls> (abgerufen am: 03.09.2018)
- Bloomberg (2018b): Quicktake. South Korea's Chaebol, 06.04.2018 <https://www.bloomberg.com/quicktake/republic-samsung> (abgerufen am: 03.09.2018)
- Business Korea (2017): Unprepared for Future. Korean Companies are Lagging Behind in AI Industry. In: Business Korea, 10.07.2017 <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=18587> (abgerufen am: 05.09.2018)
- Business Korea (2018a): S. Korea to Invest 1.3 Tril. Won in Brain Science Research over Next 5 Years. In: Business Korea, 09.05.2018 <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=22128> (abgerufen am: 05.09.2018)
- Business Korea (2018b): Jung Suk-ye (2018): Visa Rules on Foreign Scholars Eased. In: Business Korea, 23.07.2018 <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=23828> (abgerufen am: 05.09.2018)
- C** Council on Foreign Relations (2018): South Korea's Chaebol Challenge. Background, Eleanor Albert. 04.05.2018 <https://www.cfr.org/backgrounder/south-koreas-chaebol-challenge> (abgerufen am: 03.09.2018)
- E** ETRI – Electronics and Telecommunications Research Institute) (k. D.): SW Contents Research Laboratory https://www.etri.re.kr/eng/sub6/sub6_0101.etri?departCode=10 (abgerufen am: 08.09.2018)
- European Commission (2017): Roadmap for EU – Republic of Korea S&T cooperation https://ec.europa.eu/research/iscp/pdf/policy/ko_roadmap_2017.pdf (abgerufen am: 05.09.2018)
- F** Financial Times (2018): South Korea chaebol reform efforts fail to impress. 18.04.2018 <https://www.ft.com/content/7ec84434-4124-11e8-803a-295c97e6fd0b> (abgerufen am: 08.09.2018)

- K** KAIST – Korea Advanced Institute of Science and Technology (k. D.): KI for Artificial Intelligence. Schwerpunkte KI-Forschung: https://kis.kaist.ac.kr/index.php?mid=KIAI_O (abgerufen am: 05.09.2018)
- KAIST – Korea Advanced Institute of Science and Technology (2018): KI for Artificial Intelligence. Code of Ethics for AI, 04.04.2018 https://kis.kaist.ac.kr/index.php?mid=KIAI_O (abgerufen am: 05.09.2018)
- KBRI – Korea Brain Research Institute (k. D.): Korea Brain Research Institute. PR-Broschüre http://www.kbri.re.kr/new/board/data/board_14/-/%20%28%EC%B5%9C%EC%A2%85%29%200805%20%EB%87%8C%EC%97%B0%EA%B5%AC%EC%9B%90%20%EB%B8%8C%EB%A1%9C%EC%8A%88%EC%96%B4%20%EC%B5%9C%EC%A2%85%28%EC%98%81%29.pdf (abgerufen am: 10.09.2018)
- Kim, S. (2017): Reforming South Korea's "Imperial Presidency". Institute for Security and Development Policy (ISDP), Policy Brief No.205, Oktober 2017 <http://isdpr.eu/publication/reforming-south-korea-imperial-presidency/> (abgerufen am: 08.09.2018)
- KISTEP – Korea Institute of S&T Evaluation and Planning (2017): R&D and Beyond. www.kistep.re.kr/getFileDown.jsp?fileIdx=9005&contentIdx=11937&tblIdx=BRD_BOARD (abgerufen am: 08.09.2018)
- Korea JoongAng Daily (2017): Committee formed to refine tech policies. 27.09.2017 <http://koreajoongangdaily.joins.com/news/article/article.aspx?aid=3038934> (abgerufen am: 08.09.2018)
- Korea Times (2017): Korea takes first step to introduce 'robot tax'. 07.08.2017 https://www.koreatimes.co.kr/www/news/tech/2017/08/133_234312.html (abgerufen am: 08.09.2018)
- Korea.Net (2017): President emphasizes ‚people-centered fourth industrial revolution‘. 12.10.2017 <http://m.korea.net/english/NewsFocus/policies/view?articleId=149973>
- M** McKinsey (2015): The virtuous circle: Putting Korea's Startup Ecosystem on a Path to Sustainable Long-run Growth. https://www.mckinsey.com/~/_media/McKinsey/Locations/Asia/Korea/Our%20insights/The%20virtuous%20circle%20Putting%20Koreas%20startup%20ecosystem%20on%20a%20path%20to%20sustainable%20long%20run%20growth/The-virtuous-circle-English-March-2015.ashx (abgerufen am: 08.09.2018)
- Ministry of Knowledge Economy/Daedeok Innopolis/ Daedeok Innopolis Association (k. D.): Daedeok Innopolis. Hub for Global Technology Commercialization. PR-Broschüre. <https://www.innopolis.or.kr/attach/brochure/c8b9603c60bafeb583f9978a12d65ce8.pdf> (abgerufen am: 09.09.2018)
- MSIP – Ministry of Science, ICT and Future Planning (2015): Future Issues of Korea. <http://msip.go.kr/SYNAP/skin/doc.html?fn=959d2232fbee44ea94c00414d196d9c8&rs=/SYNAP/sn3hcv/result/201807/#> (abgerufen am: 21.08.2018).
- MSIP – Ministry of Science, ICT and Future Planning (2016): Mid- to Long-Term Master Plan in Preparation for the Intelligent Information Society. Managing the Fourth Industrial Revolution http://msip.go.kr/cms/english/pl/policies/_icsFiles/afieldfile/2017/07/20/Master%20Plan%20for%20the%20intelligent%20information%20society.pdf (abgerufen am: 21.08.2018).
- MSIT – Ministry of Science and ICT (2018): The Innovation Growth Engine <http://english.msip.go.kr/english/msipContents/contentsView.do?catelId=msse56&artId=1379308> (abgerufen am: 21.08.2018).

N NRF – National Research Foundation (2018): About NRF, Organization and Budget. http://www.nrf.re.kr/eng/cms/page/main?menu_no=197 (abgerufen am: 21.08.2018).

Nature (2016): Why South Korea is the world's biggest investor in research. 01.06.2016 <http://www.nature.com/news/why-south-korea-is-the-world-s-biggest-investor-in-research-1.19997> (abgerufen am: 21.08.2018).

P Palmer, J. D. et al. (Hrsg.) (2011): The Internationalization of East Asian Higher Education. Globalization's Impact, New York, Palgrave Macmillan (abgerufen am: 01.09.2018).

PCFIR – Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution (k. D.): <https://www.4th-ir.go.kr/home/en> (abgerufen am: 26.08.2018).

PCFIR – Presidential Committee on the Fourth Industrial Revolution (2018): Protokoll zur F & E-Strategie Koreas, 15.05.2018 (Original in koreanisch).

POSTECH – Pohang University of Science and Technology (k. D.): Data Intelligence. Research Projects. Abgerufen über: <https://sites.google.com/site/postechdm/research/Project> (abgerufen am: 21.08.2018)

Premack, Rachel (2017): South Korea's Conglomerates. SAGE Publishing. <https://scholar.harvard.edu/files/frankel/files/skorea-conglomerates2017sage.pdf> (abgerufen am: 26.08.2018).

U UN – United Nations (2018): E-government survey. <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2018> (abgerufen am: 21.08.2018)

UNIST – Ulsan National Institute of Science and Technology (k. D.): IAIC. <http://iaic.unist.ac.kr/iaic/> (abgerufen am: 26.08.2018).

UNIST – Ulsan National Institute of Science and Technology (2017): UNIST Embarks on Developing Next-generation Artificial Intelligence. Presseerklärung vom 11.08.2017 <http://news.unist.ac.kr/unist-embarks-on-developing-next-generation-artificial-intelligence/> (abgerufen am: 26.08.2018).

W Walsh et al. (2018): Open Letter to Professor Sung-Chul Shin, President of KAIST from some leading AI researchers in 30 different countries <https://www.cse.unsw.edu.au/~tw/ciair//kaist.html> (abgerufen am: 03.09.2018)

Y Yonhap (2018a): S. Korea to inject 2.2 tln won in AI to become global powerhouse. 15.05.2018 <http://english.yonhapnews.co.kr/business/2018/05/15/31/0503000000AEN20180515008700320F.html> (abgerufen am: 21.08.2018)

Yonhap (2018b): Seoul to invest 1.5 tln won to bolster competitiveness in chip industry, Yonhap 30.07.2018 <http://english.yonhapnews.co.kr/news/2018/07/30/0200000000AEN20180730002351320.html> (abgerufen am: 21.08.2018)

Methodologie Cambrian KI Index

- C** CB Insights (2017a): The 2016 AI Recap: Startups See Record High In Deals And Funding. 09.01. 2017, CB Insights. <https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-startup-funding/> (abgerufen am 12.07.2018)
- CB Insights (2017b): AI 100: The Artificial Intelligence Startups Redefining Industries. 12.12.2017, CB Insights. Abgerufen von: <https://www.cbinsights.com/research/artificial-intelligence-top-startups> (abgerufen am 12.07.2018)
- CSRankings (2018): Computer Science Rankings 2016–2018. <http://csrankings.org/#/fromyear/2016/toyear/2018/index?ai&vision&mlmining&nlp&world> (abgerufen am 10.07.2018)
- E** EE Times/Dilien, P. (2017): And the Winner of Best FPGA of 2016 is... 06.03.2017, EE Times. https://www.eetimes.com/author.asp?doc_id=1331443 (abgerufen am 10.09.2017)
- I** IFR (International Federation of Robotics) (2017): World Robotics 2017 Industrial Robots. www.ifr.org (abgerufen am 10.07.2018)
- M** M-Cam (2018): share of global yearly patent breakdown by assignee country (in per cent). Die Quelle ist nicht öffentlich verfügbar.
- N** Nurvitadhi, E.; Venkatesh, G.; Sim, J.; Marr, D.; Huang, R.; Ong, J. G. H.; Liew, Y. T.; Srivatsan, K.; Moss, D.; Subhaschandra, S.; Boudoukh, G. (2017): Can FPGAs Beat GPUs in Accelerating Next-Generation Deep Neural Networks? <http://jaewoong.org/pubs/fpga17-next-generation-dnns.pdf>
- R** Roland Berger/Asgard – Human Venture Capital (2018): Artificial Intelligence, A strategy for European startups Recommendations for policymakers. <https://asgard.vc/wp-content/uploads/2018/05/Artificial-Intelligence-Strategy-for-Europe-2018.pdf> (abgerufen am 15.07.2018)
- S** SJR (2017): Scimago Journal & Country Rank 2017. <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2017> (abgerufen am 17.07.2018)
- Statista (2016): Number of service robotics manufacturers of all types in 2016, by country <https://www.statista.com/statistics/658048/service-robotics-manufacturers-by-country/> (abgerufen am 19.07.2018)
- Statista (2018): Semiconductor supplier ranking: global revenue 2009–2017 <https://www.statista.com/statistics/271553/worldwide-revenue-of-semiconductor-suppliers-since-2009/> (abgerufen am 17.07.2018)
- T** Top500.org (2018): Top500 June 2018. <https://www.top500.org/lists/2018/06/> (abgerufen am 19.07.2018)
- U** UNESCO Institute for Statistics (k. D.): Education. <http://data.uis.unesco.org/> (abgerufen am 28.07.2018)

W World Bank (2016): Individuals using the Internet (in per cent of population by 2016). https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?locations=CN-US-FR-FI-KR-GB-AE-RU-IN-SG-JP-CA&name_desc=false (abgerufen am 28.07.2018)

World Economic Forum (2016): Networked Readiness Index 2016. <https://widgets.weforum.org/gitr2016/> (abgerufen am 09.09.2018)

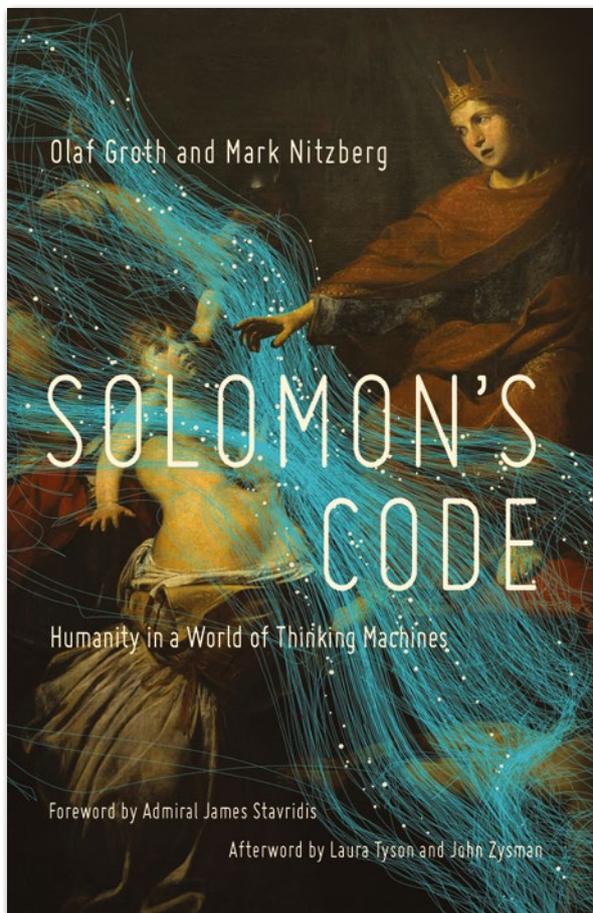
World Economic Forum (2017): Global Competitive Report 2017–18. <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf> (abgerufen am 25.07.2018)

World Wide Web Foundation (2016): OpenData Barometer. https://opendatabarometer.org/?_year=2016&indicator=ODB (abgerufen am 25.07.2018)

Danksagung

Ein besonderer Dank geht an das Team von M-Cam Inc., durch dessen Einsatz und Expertise der Bericht mit der Analyse der Patentanmeldungen an Tiefe gewonnen hat. Darüber hinaus gilt Paula Weise unsere Dankbarkeit für die spontane Bereitschaft, das Layout des Berichts zu entwickeln.

Im November 2018 erscheint "Solomon's Code" von Dr. Olaf J Groth und Dr. Mark Nitzberg:



Autoren

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

E-Mail: groth@cambrian.ai
Twitter: [@OlafGrothSF](https://twitter.com/OlafGrothSF)
LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/olafgroth>

Mark Nitzberg ist Leiter des Center for Human Compatible Artificial Intelligence an der UC Berkeley und Direktor bei Cambrian.ai. Mark studierte KI am M.I.T. und promovierte an der Harvard University. Er hat Computer Vision Projekte für Microsoft und Amazon geleitet und Technologieunternehmen aufgebaut, um gefährdeten Bevölkerungsgruppen weltweit zu helfen.

E-Mail: nitzber@cambrian.ai
Twitter: [@Nitz54](https://twitter.com/Nitz54)
LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/nitzberg>

Dan Zehr ist ein Wirtschaftsjournalist, dessen Berichtsbreite die meisten wichtigen Branchen und Regionen umfasst. Seine Artikel sind im Austin American-Statesman, der New York Times, der Arkansas Democrat Gazette, der Seattle Times und vielen anderen Publikationen erschienen. Er hat mehrere Auszeichnungen erhalten und war Finalist der Society of American Business Editors and Writers' National Best in Business Award.

E-Mail: zehr@cambrian.ai
Twitter: [@DZehr](https://twitter.com/DZehr)
LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/dan-zehr-30bb85>

Tobias Straube ist Absolvent in internationalen Politikmanagement (B.A.) und hat einen Executive Master of Business Administration (MBA) an der Hult International Business School abgeschlossen. Er arbeitet als Berater bei der GIZ GmbH, Deutschlands führendem Dienstleister für internationale Zusammenarbeit und nachhaltige Entwicklung, vor allem in den Bereichen Fondsmechanismen, Innovationsmanagement und Entrepreneurship. Für Cambrian.ai leitete er die Erstellung der vorliegenden Studie.

E-Mail: straube@cambrian.ai
Twitter: [@Tobias_Stra](https://twitter.com/Tobias_Stra)
LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/tobias-straube>

Toni Kaatz-Bubberke ist Absolvent der Universität Leipzig und Kandidat für den Executive Master of Public Administration (MPA) an der Hertie School of Governance in Berlin. Für die GIZ GmbH, ist er derzeit als Berater des Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung im Bereich Urbanisierung tätig. Bei Cambrian.ai arbeitet er als Senior-Analyst für die vorliegende Studie.

E-Mail: toni.kaatz-dubberke@posteo.de
LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/toni-kaatz-dubberke-5a24b1a>

Der Wettlauf um die weltweit führende Position bei den Technologien der Künstlichen Intelligenz (KI) hat begonnen. Seit der Veröffentlichung der KI-Strategie der Obama-Regierung im Jahr 2016 suchen auch andere Länder nach Wegen, um Forschung und Entwicklung (F & E) sowie die Kommerzialisierung von KI zu fördern und zur KI-Führungsnation USA aufzuschließen. Die Konrad-Adenauer-Stiftung möchte mit der zweiteiligen Publikation einen vergleichenden Überblick über die KI-Strategien wichtiger Volkswirtschaften liefern, um damit die deutsche Debatte zu bereichern. Wir glauben: „Tech is politics“ und darüber sollten Politik und Zivilgesellschaft stärker ins Gespräch kommen.