

Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz

Teil 2



Impressum

Herausgeberin

Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. 2019, 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
Franziska Frische, Analystin
Maximilien Meilleur, Analyst
Suhail Shersad, Analyst

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

www.cambrian.ai
Twitter: @AICambrian

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

Sebastian Weise

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

Umschlagfoto: © sarah5/Mlenny (istockphoto by Getty Images)
Kapiteleinstiege: © S. 11: Matthew Henry, S.16: Manuel Cosentino,
S. 23: Dan Gold, S. 30: David Rodrigo, S. 42: Victor Garcia (unsplash);
S. 36: byheaven (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 978-3-95721-509-3

Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz

Teil 2

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

Franziska Frische, Analystin

Maximilien Meilleur, Analyst

Suhail Shersad, Analyst

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Hintergrund und Definition	5
Zusammenfassung	6
Cambrian KI Index ©	10
Cambrian KI Index © der Länder aus Teil 2 der Studie	10
Cambrian KI Index © der Länder aus Teil 1 und 2 der Studie	10
Kanada	11
I.) Einleitung	11
II.) Voraussetzungen für KI	12
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	12
IV.) Forschung und Entwicklung	12
V.) Kommerzialisierung	13
Japan	16
I.) Einleitung	16
II.) Voraussetzungen für KI	17
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	17
IV.) Forschung und Entwicklung	18
V.) Kommerzialisierung	20
Israel	23
I.) Einleitung	23
II.) Voraussetzungen für KI	24
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	24
IV.) Forschung und Entwicklung	24
V.) Kommerzialisierung	25
Vereinigte Arabische Emirate	30
I.) Einleitung	30
II.) Voraussetzungen für KI	31
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	31
IV.) Forschung und Entwicklung	31
V.) Kommerzialisierung	32

Indien	36
I.) Einleitung	36
II.) Voraussetzungen für KI	37
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	37
IV.) Forschung und Entwicklung	38
V.) Kommerzialisierung	39
Singapur	42
I.) Einleitung	42
II.) Voraussetzungen für KI	43
III.) Institutionelle Rahmenbedingungen	43
IV.) Forschung und Entwicklung	43
V.) Kommerzialisierung	45
Methodologie Cambrian KI Index ©	49
Anhänge	58
Anhang 1: Überblick Mittel und Forschungsbereiche von AIST, RIKEN und NICT (Japan)	58
Anhang 2: Übersicht der Forschungsgebiete des Programms Fundamental Research der <i>AI Singapore Initiative</i>	60
Literaturverzeichnis	61
Danksagung	77
Autoren	78

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.

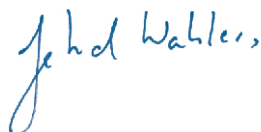
Eine besondere Rolle spielt dabei das Thema „Künstliche Intelligenz“ – eine Technologie, die derzeit weltweit diskutiert und in zunehmendem Maße zur Anwendung gebracht wird. Wie bei jeder neuen Technologie bringen sowohl Kassandrarufer (wie Steven Hawking oder Elon Musk) als auch Fortschrittsoptimisten (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 wurde auf dem Digitalgipfel im Dezember 2018 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 vielfältigen 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 potenzielle Schlüsseltechnologie dystopischer Zukunftsentwürfe, gesellschaftlicher Kontrolle, und autokratischer Weltmachtfantasien findet zudem vermehrt Eingang in die öffentliche Debatte. Diese Über-

sicht jedoch fokussiert sich auf die Analyse von KI-Rahmenkonzepten von sechs Staaten sowie deren Umgang mit dem Umwälzungspotenzial 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. Das heißt auch, dass das was als KI bezeichnet wird, sich mit jedem größeren technologischen Durchbruch ändert, und die Definition somit periodisch angepasst werden muss.“

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

Die folgende Zusammenfassung beschreibt die Einsichten und Beurteilungen zum Status quo nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz (KI). Als Grundlage dienen die Analyse der sechs Länder aus Teil 1 der Studie sowie die Erkenntnisse aus den in diesem Teil untersuchten Ländern (Kanada, Japan, Israel, Vereinigte Arabische Emirate, Indien und Singapur). Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der ersten beiden Teile der Studie ist darüber hinaus ein dritter Teil in der Erstellung, der sich ausschließlich auf die Analyse der kürzlich erschienenen deutschen KI-Strategie und an diese anschließende Handlungsempfehlungen fokussiert.

Politikfelder für KI: In den europäischen Ländern wird vor allem das wirtschaftliche Potenzial von KI gesehen, während man in Japan KI als Teil der unvermeidlichen nächsten Etappe in der Menschheitsentwicklung versteht, die alle Lebensbereiche erfassen wird: die *Society 5.0*. In Israel kommt der sicherheitspolitischen Dimension eine zentrale Rolle zu; ein Aspekt, den andere Länder in ihren Strategien selektiv oder nur rudimentär behandeln. Die USA und insbesondere China profitieren von gegenseitig aufgeschlossenen zivilen und militärischen Sektoren. In Indien liegen die KI-Schwerpunkte auf der Förderung von gesellschaftlichen und sozialen Aspekten.

Ethik- und Humanorientierung als strategische Stärke der Europäer: Obwohl ethische Fragestellungen in China und den USA in unterschiedlichen gesellschaftlichen Foren diskutiert werden, genießt das Thema keine Priorität seitens beider Regierungen. Dies hat für Frankreichs Emanuel Macron den Raum geschaffen, beim Thema ethische KI die Wortführerschaft zu übernehmen. London hat zwar schneller als Paris die Initiative in der Entwicklung einer internationalen KI-Governance-Architektur ergriffen, ist jedoch bei der Projektion derselben durch den Brexit geschwächt. Auch anderen Ländern, etwa Finnland, fehlt das internationale Gewicht dafür.

Privatsektor als Treiber in der KI-Entwicklung: In den in KI führenden Ländern, USA und China, wird die Entwicklungsdynamik maßgeblich vom Privatsektor bestimmt, insbesondere von jungen Unternehmen und global operierenden Internetkonzernen. Diese Dynamiken werden in den

USA durch Deregulierungstendenzen verstärkt. In China hingegen werden Trends zu einer verstärkten staatlichen Kontrolle der großen Technologieunternehmen deutlich. In Japan und Südkorea sind es die ebenfalls global aufgestellten hardwareorientierten Konglomerate, die die KI vorantreiben. In den auf Wissenschaft und den Schutz des Individuums ausgerichteten Ländern Kontinentaleuropas (auch Deutschland) fehlen gegenwärtig globale Technologieunternehmen. Dies basiert teilweise auf einer allgemeinen Skepsis gegenüber digitalen Technologien sowie einer daraus folgenden Schutzhaltung von Politik und Gesellschaft.

KI-Supermächte vs. Burgenländer: Im Vergleich zu den USA, in denen über Jahrzehnte Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft gewachsen sind, gelingt es den Europäern, aber auch Ländern wie Kanada, Singapur, Japan und Indien bisher nur sehr bedingt, diese Durchlässigkeit zu erzielen. Exzellente Forschungsergebnisse verbleiben im Elfenbeinturm und seinen Mauern aus hinderlicher Regulierung. Die Anbindung von KI-Forschung an die Bedarfe der Industrie stellt so in diesen Ländern eine große Herausforderung dar.

Ökosysteme als strategisches Gut: Um bessere Lösungen zu entwickeln und diese in den internationalen Dialog einzubringen, bedarf es neben 1. Forschern, 2. talentierten Entwicklern, 3. Datenpools, 4. Rechenkapazitäten und 5. strategischen Unternehmern auch 6. versierter Investoren und 7. einer agilen Legislative. Während diese Faktoren in den USA und China sowie teils in Israel

den Nährboden für die erfolgreiche Kommerzialisierung von KI bieten, gelingt dies in Europa nur Großbritannien ansatzweise. In Frankreich oder Finnland legt die geringe Anzahl an KI-Startups Zeugnis davon ab, dass solche Ökosysteme noch nicht im nötigen Maße aktiv gedacht und unterstützt werden. In Japan und Südkorea ist ein Großteil dieser Faktoren in den Großkonzernen konzentriert, lokale Startup-Ökosysteme bleiben klein.

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 (Ausnahmen: Südkorea, Japan und China). Dabei zeigen die aktuellen globalen Handelskonflikte, dass die Verfügbarkeit leistungsfähiger Chips oder der Zugang zu cloudbasierter Rechenleistung eine strategische Notwendigkeit darstellt. Trotz einer technologisch hochentwickelten Wirtschaft gibt es auch in Europa nur eine kleine global wettbewerbsfähige Halbleiterindustrie. Im Moment dominieren US-Unternehmen diesen Bereich.

Vage und uneinheitliche KI-Definitionen: In den verglichenen Strategien finden sich sehr unterschiedliche oder teils gar keine Definitionen von KI. Gemeinsam ist den Strategien nur ein Verständnis von KI als Antriebskraft in der digitalen Revolution, die gesellschafts-, wirtschafts- und sicherheitspolitische Potenziale und Risiken birgt. Entsprechend bilden sie häufig eine Klammer um bestehende Sektor- oder Digitalstrategien. Dies ist das theoretische Fundament, auf dem Divergenz und Konvergenz der verschiedenen nationalen KI-Strategien aufbauen. Eine solche Divergenz und Konvergenz ist sowohl positiv wie problematisch, denn sie führt zu Anwendungs-Diversität, erhöht aber gleichzeitig die politischen Übersetzungskosten und -zeiten für globale Ansätze zur Kooperation und Regulation.

Mangelnde Zielsysteme: Die Strategien sind überwiegend allgemein formuliert. Ihre teils vagen Zielsetzungen beziehen sich auf unterschiedliche Wirkungsebenen. So misst China unter anderem

die Wirtschaftskraft der KI-Industrie, während Großbritannien und Südkorea sich auch Ziele bei der Anzahl der künftigen Doktoranden setzen. Die japanische Regierung gibt klare Ziele und Zeitrahmen für KI-Anwendungen vor.

Die Länder des 2. Teils der Studie im Überblick:

Kanada: Das Land hat eine umfassende Strategie entwickelt, die alle Ebenen von Wirtschaft, Wissenschaft und Industrie einbindet, um die Akteure strategisch auszurichten und sich fachübergreifend gegenseitig zu unterstützen. Ziel ist es, die globale Präsenz zu stärken und die nationalen Möglichkeiten zu verbessern. Zudem will das Land eine internationale Führungsrolle in der Forschung und in ethischen Praktiken übernehmen. Kanadas frühes Engagement in der KI-Forschung ermöglichte es Provinz-, Gebiets- und Bundesregierungen, bereits seit den 1980er Jahren Bildungs- und Forschungseinrichtungen gezielt zu unterstützen. Die Institute sind nun gut positioniert, insbesondere was Forschung und Entwicklung betrifft. Die Regierung spielt weiterhin eine wichtige Rolle bei der Entwicklung fortschrittlicher Technologien, indem sie die Gemeinden mit hochrangigen strategischen Investitionen und Transfers unterstützt. Der Staat arbeitet eng mit dem Privatsektor zusammen, um die Finanzierung, den Zugang und die kommerziellen Anwendungen zu verbessern. Dabei wird gleichzeitig der Wert der Ethik betont. Durch die Unterstützung akademischer und kommerzieller Rekrutierungs- und Bindungstaktiken mittels drei wichtiger Institutionen will Kanada seiner Wirtschaft eine nachhaltige Zukunft und einen offenen Ansatz für den Wissensaustausch bieten.

Japan: Keine Regierung der untersuchten Länder verknüpft die Zukunft ihres Lands so eng mit KI wie die von Shinzō Abe in Japan. Eines seiner beiden Top-Ziele ist die Verwirklichung der *Society 5.0*. In dieser nächsten Stufe der menschlichen Evolution fusionieren die physische und die Cyber-Welt. Durch zahlreiche Regierungsinitiativen und eine interministerielle KI-Strategie wird bereits an der Umsetzung gearbeitet. Im Mittelpunkt der

Forschungsförderung stehen dabei drei Institute, die zu konkreten KI-Anwendungen für erhöhte Produktivität, Mobilität, Medizin und Sicherheit forschen. Bisher leistete vor allem der Privatsektor das Gros der Forschungsausgaben. Die öffentliche universitäre Forschung ist unterfinanziert und international isoliert. Auch die Durchlässigkeit zwischen Forschung und Wirtschaft ist gering. Um dies zu ändern, erlaubt das *cross-appointment-system* Forschern und Entwicklern aus Wissenschaft und Privatwirtschaft, in Teilzeit im je anderen Bereich zu arbeiten. Hochschulen erhalten zudem Anreize, mehr mit der Privatwirtschaft gemeinsam zu forschen. Großunternehmen wie Toyota, NEC oder Toshiba haben erkannt, dass die Zukunft der Maschinen in deren Intelligenz liegt. Diese können sie global skalieren, wenn sie bei der Software-Entwicklung aufholen und sich das Konzept der offenen Innovation zu eigen machen. Bisher gibt es nur wenige KI-Startups. Mit Deregulierung in *sandboxes* und geografisch definierten *Strategic Special Zones* wird KI-Politik mit der Entwicklung strukturschwacher Regionen verbunden. Globale Einbindung will die Regierung durch die Anpassung des Datenschutzrechts an die EU-DSGVO, die Etablierung internationaler Standards für Robotik und Richtlinien für ethische KI erreichen.

Israel: Die „Startup-Nation“ hat in den letzten zwei Jahrzehnten durch Anreize und Förderprogramme einen dynamischen Hightech-Sektor mit mindestens 360 KI-Startups hervorgebracht. In einem stark entwickelten Netzwerk-Ansatz kooperieren nationale und internationale Wirtschaft und Wissenschaft eng mit dem Staat. Praktisch alle großen Tech-Konzerne der Welt unterhalten in Israel Forschungszentren. Diese schaffen viele Arbeitsplätze, transferieren aber den Mehrwert des geistigen Eigentums vielfach ins Ausland. Die heimischen Universitäten und Forschungskliniken haben sich mit den *Technology Transfer Companies* (TTC) ein wirkungsvolles Instrument zur Kommerzialisierung von Forschung geschaffen. Startups können vor allem bei der Gründung und der Entwicklung hin zu marktfähigen Tech-Produkten auf die Unterstützung der Innovationsbehörde sowie *Venture Capital* (Wagniskapital)

in Milliardenhöhe bauen. Das Militär sieht in KI den „Schlüssel für das Überleben in der modernen Welt“ und wirkt mit seinen Auswahl- und Ausbildungsprogrammen als Innovationstreiber: Israel – ein Ritter im kognitiven Zeitalter. Noch gibt es zwar keine eigenständige KI-Strategie, jedoch sieht Premierminister Benjamin Netanyahu bei KI in den Bereichen *cyber security*, digitale Medizin und Mobilität großes Exportpotenzial. Die transformative Kraft von KI auf die Gesellschaft im Land wird bisher nur wenig reflektiert.

Vereinigte Arabische Emirate: Kleine Datenpools, keine Supercomputer, eine sehr geringe wissenschaftliche Leistungsfähigkeit und praktisch keine KI-Patente. Demgegenüber steht die dringende Notwendigkeit, die Abhängigkeit von den Öleinnahmen zu reduzieren, die Wirtschaft zu diversifizieren gepaart mit einer hohen politischen Handlungsfähigkeit der Regierung. Im Rahmen einer Kabinettsumbildung im Oktober 2017 richtete sich die Regierung systematisch auf die Vision aus, die VAE bis 2071 zum „besten Land der Welt“ zu machen. Technologie, insbesondere KI und Innovation, kommt hierfür eine zentrale Rolle zu. Die Ambitionen spiegeln sich im neu eingerichteten Staatsministerium für KI sowie in vielen und zugleich ehrgeizigen wie knapp formulierten Technologiestrategien wider. Deren Ziel ist klar: Eine Führungsposition für die VAE bei der Anwendung von KI. Zur Umsetzung baut das Land vor allem auf die Gestaltungsmacht und Nachfrage der Behörden und auf Partnerschaften mit Ländern wie Indien. Noch ist nicht klar, welche konkreten Kapazitäten aufgebaut werden sollen und wie sich diese in die globale KI-Landschaft einfügen.

Indien: Indien legt einen einzigartigen Fokus auf die Anwendung von KI zur Verbesserung von Wohlfahrt und sozialen Problemen und strebt eine Führungsrolle in diesem Bereich an. Bevor dies erreicht werden kann, muss Indien jedoch eine Vielzahl von Herausforderungen meistern. So mangelt es vor allem an institutionellen und koordinierenden Kapazitäten, was die indische KI-Strategie von 2018 mit Institutionen auf zwei Ebenen beheben möchte: Zur Förderung der

grundlegenden KI-Forschung und zur Förderung von KI-Kommerzialisierung. Zu den weiteren Hindernissen gehören ein niedriges Niveau der Datenverarbeitungsfähigkeit, ein schwaches System für geistiges Eigentum und eine relativ geringe Internetdurchdringung. Indiens Ansatz wird erst dann Früchte tragen, wenn diese Faktoren Fortschritte erkennen lassen. Wichtige Erkenntnisse zum Institutionenaufbau lassen sich jedoch aus der indischen KI-Strategie ableiten, wie zum Beispiel die strategisch positionierten zweistufigen Institutionen auf dem Niveau der grundlegenden KI-Forschung und der KI-Kommerzialisierungspolitik. Beide zielen darauf ab, Partnerschaften mit relevanten Interessengruppen aufzubauen, um Netzwerke zu bilden und die KI-Entwicklung zu beschleunigen.

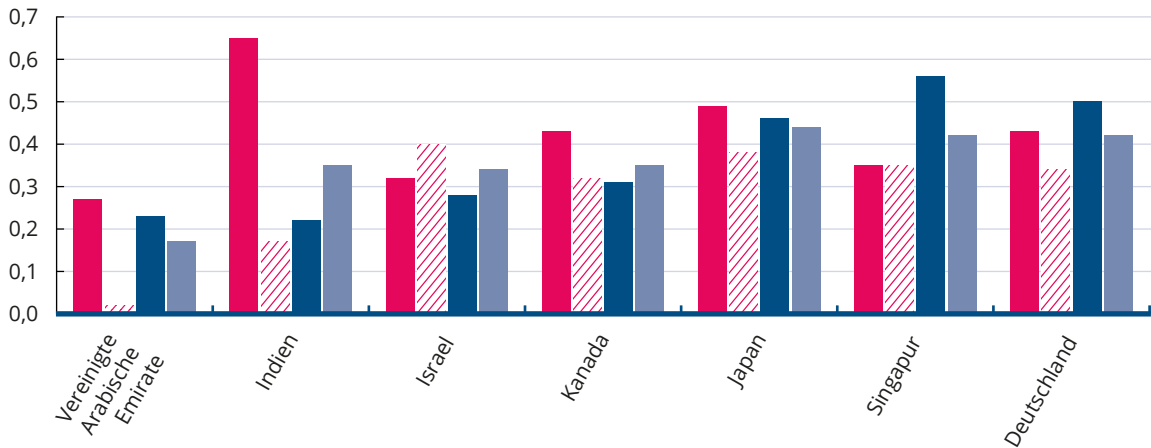
Singapur: Das Land bemüht sich um ein auf Kooperation zwischen Industrie und Wissenschaft bedachtes KI-Ökosystem und versucht, eine Umgebung mit entsprechenden Ressourcen bereitzustellen, die innovative Entwicklungen befördert. In Abwesenheit von Bodenschätzen und geopolitischer Relevanz wurde die Förderung von Digitalisierung und KI zu einer der Prioritäten der Regierung, mit dem Ziel, weltweit als KI-Hub bekannt zu werden. Zu diesem Zweck wurde 2017 die fünfjährige Initiative *AI Singapore* entwickelt. Im Programm *100Experiments* können Unternehmen Problemstellungen einreichen, für die es noch keine standardisierte KI-Lösung gibt, sich eine Lösung jedoch leicht erarbeiten ließe. Diese Unternehmen werden dann an KI-Entwickler vermittelt. Durch *Fundamental Research* unterstützt Singapur Grundlagenforschung und adressiert Forschungslücken, mit Blick sowohl auf technische wie auch auf ethisch-gesellschaftliche Fragestellungen. Das Verständnis für und die Akzeptanz von KI in der Bevölkerung wird durch das Programm *AI for Everyone* gefördert, bei dem gezielt Lernformate zu KI angeboten werden. Durch die Initiative *Accreditation@SGD* werden junge Unternehmen in den frühen Wachstumsphasen mittels maßgeschneiderter Beratung unterstützt, vor allem in den Bereichen technischer Anwendungen. Zusätzlich zum Bestreben, ein KI-freundliches Akteurs- und Rechtsumfeld zu schaffen, beabsichtigt die Regierung, durch verschiedene Initiativen auch den verantwortungsvollen Umgang mit Daten und den ethisch gerechtfertigten Einsatz von KI-Lösungen zu fördern.

Cambrian KI Index ©

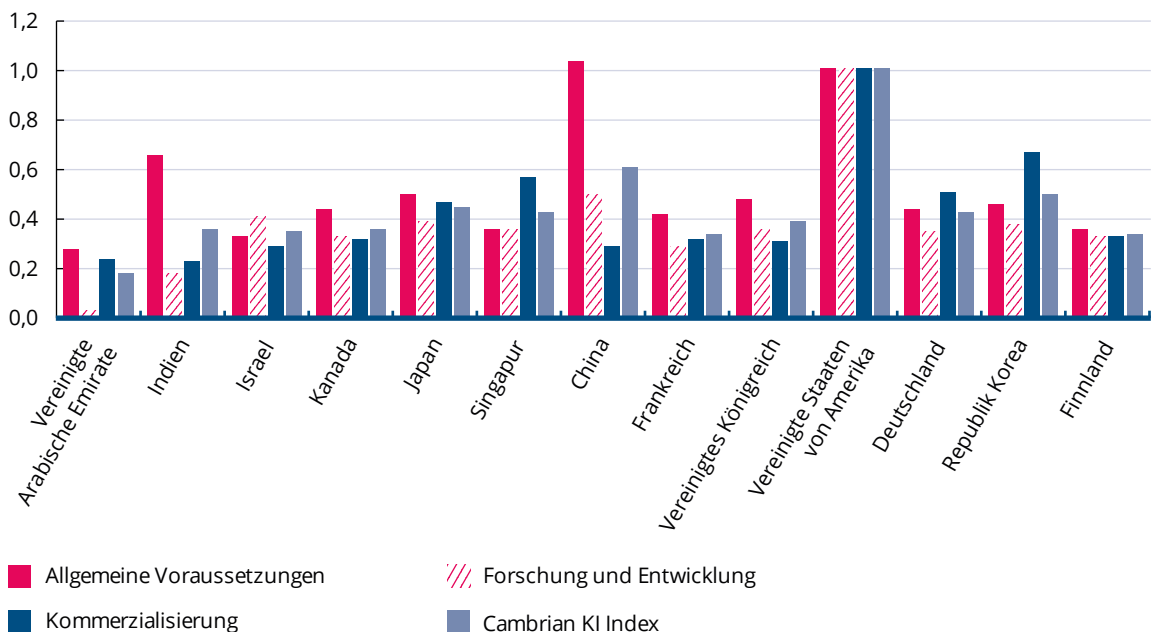
Im Zuge der Analyse wurden die Länder entlang von Indikatoren bewertet, die im Zusammenhang mit den Voraussetzungen eines Lands, der Forschung und Entwicklung sowie der Kommerzialisierung von KI stehen. Um diese Indikatoren zu integrieren und die KI-Position eines Lands zu bestimmen, wurde der *Cambrian 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. Eine Gewichtung der Daten ist nicht erfolgt. Als Referenzland des Index dienen die USA, die weltweit führende KI-Nation.

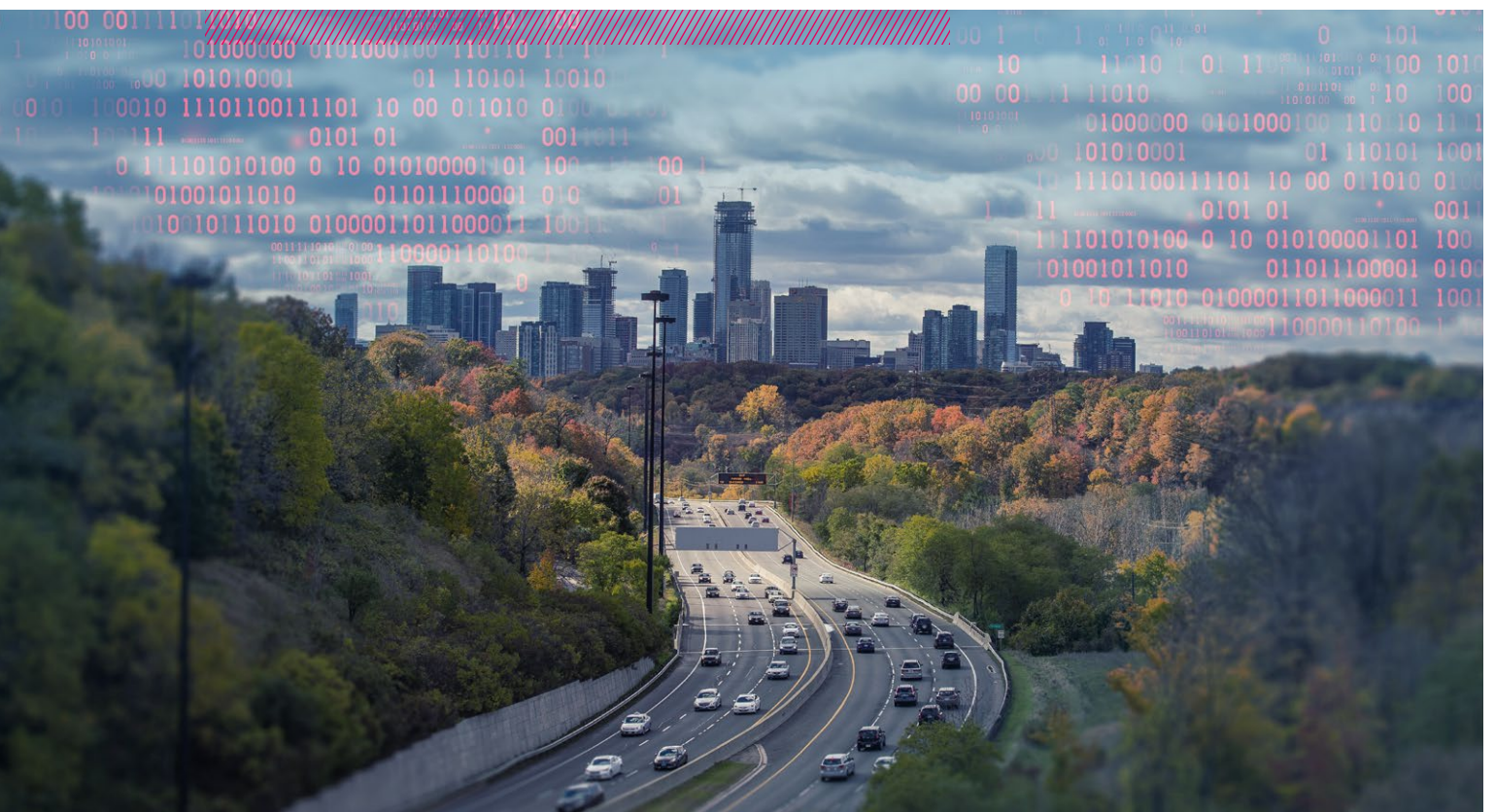
Cambrian KI Index © der Länder aus Teil 2 der Studie



Cambrian KI Index© der Länder aus Teil 1 und 2 der Studie



- Allgemeine Voraussetzungen
- ▨ Forschung und Entwicklung
- Kommerzialisierung
- Cambrian KI Index



Kanada

KI-Forschungsstandort mit langer Geschichte

- › KI-Forschung seit Jahrzehnten
- › Ein pan-kanadisches Netzwerk von universitätsnahen Labors, das sich auf die KI-Kernforschung konzentriert
- › Standort von KI-Forschungslaboren vieler Tech-Giganten, darunter Microsoft, Google, Facebook und Samsung
- › Günstige Einwanderungsrichtlinien, Zuschüsse und Steueranreize sowie regulatorische Sonderzonen, um lokale und internationale Unternehmen zu ermutigen, KI zu kommerzialisieren

I.) Einleitung

Im November 2017 stand Kanadas Premierminister Justin Trudeau mit Eric Schmidt, CEO von Alphabet, auf der Bühne und diskutierte die Bedeutung von KI als Motor für Wirtschaftswachstum.⁵ Mit Blick in den Text der kanadischen KI-Strategie fällt auf, dass gesellschaftliche Bereiche, wie Gesundheitsversorgung und Sozialfürsorge, nicht explizit Erwähnung finden – im Gegensatz zu vielen anderen nationalen

KI-Strategien. Vielmehr sind die erklärten Ziele: 1) zu verhindern, dass KI Talente in die USA abwandern, 2) günstige Bedingungen für die Kommerzialisierung und das Wirtschaftswachstum des Lands zu schaffen. Um diese Ziele zu erreichen, haben die verschiedenen Regierungsebenen des Lands insgesamt ca. 430 Millionen Euro⁶ durch verschiedene Programme bereitgestellt, die direkt oder sehr eng mit F & E im Bereich KI, Talentbindung und Kommerzialisierung verbunden sind.

II.) Voraussetzungen für KI

Kanada hat rund 36 Millionen Einwohnern (rund ein Zehntel der Vereinigten Staaten), wovon 32 Millionen in 2016 das Internet nutzten.⁷ Entsprechend klein ist die Quelle potenzieller Daten für KI. Der öffentliche Sektor, ebenfalls eine relevante Datenquelle für KI, macht dagegen seine Daten in hoher Qualität zur freien Nutzung zugänglich (unter den verglichenen Ländern ist die Verfügbarkeit und Qualität der Daten des öffentlichen Sektors nur in Großbritannien besser).⁸ Im Verhältnis zur geringen Einwohnerzahl werden etwa so viele Masterstudenten in KI-bezogenen Bereichen ausgebildet wie in den USA. Damit liegt Kanada vor Großbritannien und Frankreich und hinter Singapur und Israel. In absoluten Zahlen sind es derzeit jedoch schätzungsweise nur 860 Masterstudenten, womit das Land noch deutlich hinter den USA zurückbleibt.⁹ Zudem beherbergt Kanada nur sechs der weltweit 500 besten Supercomputer.¹⁰

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Kanada verfügt über einen starken institutionellen Rahmen, um KI-F & E-Mittel für ein Netzwerk von etablierten Spitzenforschungseinrichtungen umzusetzen. Eine zentrale Säule bildet dabei das 1982 gegründete *Canadian Institute For Advancement and Research* (CIFAR), das derzeit zwölf verschiedene F & E-Programme in 16 Provinzen betreut, die wiederum die Orientierung für die *Pan-Canadian AI Strategy* darstellen, und den neu geschaffenen Bundesfonds mit 83 Millionen Euro verwaltet. CIFAR leitet den größten Teil dieses Fonds derzeit an die drei wichtigsten KI-F & E-Zentren in Kanada weiter: das *Montreal Institute for Learning Algorithms* (MILA) in Montreal, das *Vector Institute* in Toronto und das *Alberta Machine Intelligence Institute* (AMII) in Edmonton. Alle drei Zentren sind mit Universitäten verbunden, die sich strikt auf KI-F & E konzentrieren und nicht auf die Kommerzialisierung.

Ethik – „top down“ und „bottom up“: Der Diskurs über KI-Ethik und die Auswirkungen von KI-Fortschritten auf die Gesellschaft findet in Kanada auf mehreren Ebenen

statt. Auf der einen Seite verwaltet CIFAR ein unabhängiges Programm (mit eigenem Fonds und Team) namens „*AI & Society*“. Dieses konzentriert sich auf zukünftige nationale Wirtschafts-, Ethik- und Rechtspolitiken, die den Sorgen der Auswirkungen von KI auf den Arbeitsmarkt oder auf das Gesundheitswesen Rechnung tragen.¹¹ Dazu organisiert das Team von „*AI & Society*“ landesweite Workshops, führt Umfragen mit Experten durch und arbeitet mit Großbritannien und Frankreich zusammen. Neben dieser „*top down*“-Initiative haben KI-Akteure in Montreal die *Montrealer Erklärung* für eine verantwortungsbewusste KI ausgearbeitet, die den Dialog zwischen Öffentlichkeit, Privatsektor und Staat anregen soll.¹² Sie schlägt einen Rahmen und eine Reihe von Werten vor, wie Wohlbefinden, Autonomie, Recht und Privatsphäre, die bei der Entwicklung oder Umsetzung von KI-Technologien bewertet und respektiert werden müssen.

IV.) Forschung und Entwicklung

In Kanada lagen 2016 die Ausgaben für F & E insgesamt bei rund 22 Mrd. Euro.¹³ Für die KI-Forschung sind rund 200 Mio. Euro reserviert; 83 Millionen über die *Pan-Canadian AI Strategy*¹⁴ und 118 Millionen gehen über den *Canada First Research Excellence Fund* an die Universitäten von Montreal und McGill.¹⁵ Darüber hinaus haben die Provinzregierungen von Quebec und Ontario kürzlich weitere 100 Millionen Euro ausschließlich für F & E von KI bereitgestellt.¹⁶ Nach dem CSRanking sind in dem Land seit 2016 ca. 120 Lehrkräfte (ca. 1.060 in den USA) mit der Erforschung von KI beschäftigt,¹⁷ was ein ähnliches Verhältnis zur Bevölkerung darstellt, wie es die USA aufweisen.¹⁸ Diese Lehrkräfte promovieren schätzungsweise 370 Doktoranden jährlich.¹⁹ Die KI-relevante wissenschaftliche Produktion liegt bei 1.200 zitierbaren Dokumenten,²⁰ was Kanada auf den achten Platz unter den zwölf verglichenen Ländern bringt. Interessanterweise liegt Kanada jedoch gemessen am H-Index, der den Einfluss dieser Publikationen misst, auf Platz vier (nach den USA, Großbritannien und China),²¹ was die hohe Qualität der kanadischen KI-Publikationen unterstreicht.

Forschungsbereiche und Instrumente

Das wichtigste Instrument für KI-F & E ist das vom CIFAR verwaltete Programm *Pan-Canadian AI Strategy* (siehe oben), das die Forschung an den drei wichtigsten KI-Hubs koordiniert. Diese drei Zentren, die sich in Montreal, Toronto und Edmonton befinden, sind alle mit lokalen Universitäten verbunden und konzentrieren sich fast ausschließlich auf die Forschung und Entwicklung von KI. Diese Zentren, die jeweils von den drei prominenten KI-Forschern Dr. Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton und Richard Sutton geleitet werden, sind Pioniere bei der Entwicklung von *Deep Learning*, Neuronalen Netzwerken und Verstärkungslernen. Bemerkenswert ist, dass sie auch während des letzten „KI-Winters“ der 90er und 2000er Jahre weiter betrieben wurden, finanziert durch ein Schwester-KI-Programm, das ebenfalls vom CIFAR verwaltet wird („*Learnings in Machines & Brains*“).²² Heute, mit erneutem Interesse an der KI-Forschung, profitieren alle drei Zentren von der Grundfinanzierung durch die Bundesprogramme. Das *Vector-Institute*-Hub in Toronto ist derzeit das am besten finanzierte. Zu den 14 Millionen Euro, die es von CIFAR erhalten hat, kamen weitere 86 Millionen Euro von der Provinzregierung und dem Privatsektor, insbesondere von Google, hinzu.²³ Es ist in Kanada nicht selten, dass private Investitionen öffentlichen Geldern folgen. Mit dieser zusätzlichen Finanzierung des Privatsektors und der Provinzregierungen, haben alle drei Zentren ihre Grundlagenforschung ausgebaut und beteiligen sich nun aktiv an der Entwicklung folgender Schlüsseltechnologien: *Deep Learning*, Neuronale Netze, Verstärkungslernen, *Pattern Recognition*, *Computer Vision*, unbeaufsichtigtes Lernen, *Natural Language Processing*, *Deep Networks*, Lerntheorie und Optimierung des *Deep Learning*, statistische Theorie und algorithmische Spieltheorie. Zusammengefasst unterstützen die Zentren direkt oder indirekt ein großes Netzwerk von Forschern, wobei das Zentrum MILA Montreal die Führung übernimmt und 234 KI-Forscher direkt unterstützt.²⁴

Kanadischen Unternehmen werden zudem über das Programm *Scientific Research and Experimental Development* (SR&ED) 15 bis 35 Prozent Steuergutschrift für Grundlagen- und angewandte Forschung im Bereich von Wissenschaft und

Technologie angeboten.²⁵ Zudem vereinfacht das *Global-Talent-Stream*-Programm²⁶ die Einwanderungsanforderungen für KI-Forscher und andere spezialisierte Talente. Laut Navdeep Bains, Kanadas Minister für Innovation, Wissenschaft und wirtschaftliche Entwicklung, dauert es nur „zwei Wochen“, bis eine Arbeitserlaubnis für diese Forscher beantragt und erteilt wird.²⁷ Hiervon können andere Länder lernen, wenn sich der Kampf um KI-Talente weiter verschärft.

V.) Kommerzialisierung

Die Kommerzialisierung der KI-Forschung ist die Schwachstelle des Lands. Während eine Studie von Asgard und Roland Berger von 2018 131 KI-Startups zählte (knapp 1.400 in den USA),²⁸ verweist ein anderes Mapping der kanadischen Startup-Szene auf 650 KI-fokussierte Startups, die 2018 über das ganze Land verstreut waren.²⁹ 2016 wurden jedoch nur 2,7 Prozent aller weltweiten Investitionen in KI-Startups in Kanada getätigt (USA 62 Prozent im Vergleichszeitraum).³⁰ Auch stammt nur ein kleiner Teil relevanter KI-Patente aus dem Land (zwischen 2015 und 2017 durchschnittlich 1,43 Prozent aller weltweit international durchsetzungsfähigen KI-Patente).³¹ Beim Automatisierungsgrad der Wirtschaft, gemessen an der Anzahl der Roboter pro 10.000 Angestellten in der Fertigungsindustrie, ist das Land im hinteren Mittelfeld aufgestellt (145 Roboter im Vergleich zu 631 in Südkorea und 71 in Großbritannien).³² Der öffentliche Sektor übt unter den verglichenen Ländern den geringsten Einfluss als möglicher Innovationstreiber durch seine Nachfrage aus³³ und spielt auch in der Strategie keine Rolle als möglicher Nutzer von KI.

Regulierung: Die kanadische Bundesregierung gibt die Richtlinien für Regulierung auf Provinzebene vor. Von den zehn Provinzen sind die wirtschaftlich wichtigsten: Ontario, Quebec, Alberta und British Columbia. Die bestehenden Vorschriften sind nicht ausreichend, um die Nutzung und Anwendung von KI zu unterstützen, insbesondere in Bezug auf geistiges Eigentum, Urheberrechte und Eigentum sowohl an den Inputs (den Daten) als auch an den Outputs (den Entscheidungen oder Handlungen von Robotern

und Denkmaschinen, die KI verwenden).³⁴ Das CIFAR mit seinem Programm „AI & Society“ engagiert sich, um das zu ändern. Es konzentriert sich auf unternehmens- und branchenübergreifende Zusammenarbeit, Datenschutz und Ethik. PIPEDA, das Gesetz zum Schutz personenbezogener Daten und elektronischer Dokumente, in vielerlei Hinsicht ähnlich der EU-DSGVO, regelt die Verwendung von Daten (die Eingaben) sowie mit der jüngsten Änderung vom 1. November 2018 auch die Reaktion im Falle von Datenschutzverletzungen.³⁵ Zu den Regelungen zählt auch, wie kanadische Startups und Unternehmen Daten in ihren KI-Modellen verwenden können.

Die *Canadian Securities Authority (CSA)*, das Leitungsorgan des kanadischen Kapitalmarkts, hat eine regulatorische Sonderzone (*sandbox*) eingerichtet, um neue Geschäftsmodelle mit innovativen Produkten auf den Kapitalmärkten zu erforschen, etwa den Einsatz von KI für den Handel.³⁶ Ähnliche Sonderzonen werden auch von *Transport Canada* für die Entwicklung selbstfahrender Fahrzeuge erwartet, nachdem es „Richtlinien für die Prüfung hochautomatisierter Fahrzeuge“ festgelegt hat.³⁷ *Health Canada* fördert zudem die Erforschung und Prüfung technologisch fortschrittlicher (und möglicherweise KI-gesteuerter) medizinischer Geräte.³⁸

Insgesamt sind die derzeitigen Vorschriften in Kanada zwar nach wie vor unzureichend und insgesamt vorsichtig gegenüber KI-Anwendungen, zugleich aber nicht zu streng, um Unternehmen abzuschrecken. Im Gegenteil: Unternehmen und Startups verstehen, was erlaubt ist und was nicht (z. B. durch PIPEDA), sie können sich an den Dialogen über zukünftige Regelungen beteiligen (z. B. durch CIFAR und die regulatorische Sonderzone der CSA) und haben ein gutes Verständnis dafür, welche Branchen als Nächstes besser reguliert werden.

Förderung von Startups und Unternehmen: Die kanadische Bundesregierung konzentriert ihre direkte Unterstützung der Kommerzialisierung von Technologie und Innovationen auf größere Projekte und Unternehmen. Kleinere Unternehmen und Startups werden jedoch nicht allein

gelassen und durch privates Risikokapital gut unterstützt.

Beim *Strategic Innovation Fund of Canada (SIF)*, ein Programm mit dem Ziel, Technologietransfer und die Vermarktung innovativer Produkte zu beschleunigen, können Unternehmen Zuschüsse für ihre Projekte beantragen, die bis zu 50 Prozent der Ausgaben decken.³⁹ Dieser Fonds steht auch für ausländische Unternehmen zur Verfügung, die die Absicht haben, Geschäfte in Kanada zu tätigen. Mit dem Haushalt 2018 wurde dieser Fonds für fünf Jahre mit 840 Millionen Euro aufgefüllt.⁴⁰ Obwohl der SIF in seiner Funktionsweise eher traditionell ausgerichtet (das heißt „Antrag auf einen Zuschuss“) ist, ist er recht flexibel und ändert oft seine Parameter. So kündigte der Fonds beispielsweise im Februar 2018 an, sich an die Wirtschaftslage und den allgemeinen Zugang zu Kapital anzupassen, indem auch wieder größere Projekte mit 6,7 Mio. Euro gefördert werden.

Anfang 2018 wurde von der Bundesregierung mit der Initiative „Supercluster“ ein neues Kommerzialisierungsinstrument angekündigt, das mit rund 635 Millionen Euro über fünf Jahre finanziert wird.⁴¹ Die Supercluster wurden speziell geschaffen, um das Wirtschaftswachstum zu fördern und den Privatsektor aufzufordern, mit Bildungs- und Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten, um regionale Innovationsökosysteme wie das Silicon Valley zu schaffen. Drei dieser Supercluster sind insbesondere auf die angewandte Forschung und die Nutzung von KI-Technologien für die Kommerzialisierung ausgerichtet. Das „*Advanced Manufacturing Supercluster*“ in Ontario konzentriert sich auf die nächste Generation der Fertigung und Robotik.⁴² Das mit 270 Teilnehmern größte „*Digital Technology Supercluster*“ in British Columbia fokussiert sich auf die Verwendung größerer Datensätze und *Machine Learning*, um die Leistungserbringung in den Bereichen natürliche Ressourcen, Präzisionsgesundheit und Fertigung zu verbessern.⁴³ Das „*AI-Powered Supply Chains Supercluster (SCALE.AI)*“ mit Sitz in Quebec hingegen konzentriert sich auf die Vereinheitlichung der Sektoren Fertigung, Transport, IT und Einzelhandel sowie auf den Aufbau intelligenter Lieferketten mit KI und Robotik.⁴⁴

-
- 5 The New York Times, 2017.
 - 6 Zur Vereinheitlichung wurden alle Beträge in Fremdwährungen zum Tageskurs 12.11.2018 in Euro umgerechnet und gerundet.
 - 7 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 8 Open Data Barometer, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 9 CSRanking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 10 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 11 CIFAR, k. D.
 - 12 Université de Montréal, 2017a.
 - 13 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 14 CIFAR, 2017.
 - 15 Government of Canada, k. D.a.
 - 16 Université de Montréal, 2017b; Government of Ontario, 2017.
 - 17 CSRanking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 18 Ebenda.
 - 19 Ebenda.
 - 20 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 21 Ebenda.
 - 22 CIFAR, k. D.
 - 23 Shead, 2017.
 - 24 MILA, k. D.
 - 25 Ernst & Young, 2018: 45.
 - 26 Government of Canada, k. D.b.
 - 27 Smith, 2018.
 - 28 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 29 Gagné, 2018.
 - 30 CB Insights, 2017a (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 31 M-Cam, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 32 IFR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 33 World Economic Forum, 2017: 82–83 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 - 34 Aubin, Freedman, 2017.
 - 35 CanLII, 2015.
 - 36 CSA, 2017.
 - 37 Government of Canada, 2018a.
 - 38 Government of Canada, 2017.
 - 39 Government of Canada, k. D.c.
 - 40 Ebenda.
 - 41 Government of Canada, 2018b.
 - 42 Ebenda.
 - 43 Ebenda.
 - 44 Ebenda.



Japan

Mit KI auf dem Weg in die „Gesellschaft 5.0“

- › Interministerielle KI-Strategie und zahlreiche Regierungsinitiativen zur Verwirklichung der *Society 5.0*
- › Drei Forschungsinstitute, die zu konkreten KI-Anwendungsbereichen forschen
- › *Cross-appointment-system* und Reformen für erhöhte Durchlässigkeit zwischen Forschung und Wirtschaft
- › Angepasstes Urheberrecht für *text and data mining* und Anpassung an EU-DSGVO
- › Deregulierung in regulatorischen Sonderzonen (*sandboxes*) und geografisch definierten *strategic special zones*
- › Aber: Hardware-Fokus der Großkonzerne (IoT) und nur wenige KI-Startups

I.) Einleitung

Es gibt zwei zentrale Ziele der „Abenomics“, des ambitionierten Wirtschaftsprogramms von Premier Shinzō Abe. Eines ist nachhaltiges Wachstum. Das andere ist nichts weniger als der evolutionäre Schritt der Menschheit zur „super-smarten Gesellschaft 5.0“. ⁴⁵ „Die Society 5.0 ist eine menschenzentrierte Gesellschaft, die wirtschaftlichen Fortschritt mit der Lösung sozialer Probleme durch ein System in Einklang bringt,

das Cyberspace und physischen Raum hochgradig integriert.“ ⁴⁶ Dass Maschinen zunehmend die Jobs der Menschen übernehmen, ist in Japan weniger Grund zur Sorge, als zur Hoffnung. Denn die Bevölkerung altert und schrumpft, vor allem im ländlichen Raum. Da Einwanderung aus verschiedenen Gründen nur sehr eingeschränkt stattfindet (weniger als zwei Prozent Ausländer 2016), ⁴⁷ soll KI zum Ausgleich einer kleiner werdenden Erwerbsbevölkerung beitragen. Entsprechend liegt der Fokus auf praktischen

Anwendungsfeldern, denen die Grundlagenforschung dienen soll: 1) Produktivität, 2) Gesundheit, Pflege und Wohlbefinden, 3) Mobilität und 4) Sicherheit.⁴⁸ Vor allem in der Altenpflege sollen KI-unterstützte Roboter eingesetzt werden,⁴⁹ was auch in einer kulturellen Offenheit gegenüber nicht menschlichen Formen von Intelligenz begründet ist.⁵⁰ KI-Technologie sei als Dienstleistung (*AlaaS*) zu verstehen, die auf großen Datenmengen aus dem Internet der Dinge (IoT) aufbaut, wie die im März 2017 vorgelegte Strategie erklärt.⁵¹

Allein für das Haushaltsjahr 2018 hat die Regierung Gesamtinvestitionen von rund 580 Millionen Euro in dem Bereich KI vorgesehen, was eine Steigerung um 30 Prozent zum Vorjahr bedeutet, die die japanische Presse aber als noch zu gering einstuft.⁵²

Die weltweit operierenden japanischen Konzerne sind stark im Bereich der Hardware, es mangelt ihnen aber an Software-Innovationen. Diese versuchen sie im Ausland einzukaufen, da es im Land gegenwärtig kaum KI-Startups gibt. Zudem fehlt es an Ausbildung von KI-Talenten, wobei jedoch die Forschung international isoliert ist. Wenn die KI-Forschungsförderung erfolgreich ist, das Land bei der Software-Entwicklung aufholt und die staatlichen Regulierungsmaßnahmen greifen, hat Japan allerdings das Potenzial, sich bei KI in den Bereichen Industrieproduktion, Medizin und Mobilität an die Weltspitze setzen.

II.) Voraussetzungen für KI

Mit rund 118 Millionen hat Japan vergleichsweise viele Internet-Nutzer (Platz vier nach China, Indien und den USA),⁵³ allerdings werden diese durch den anhaltend negativen demografischen Trend älter und weniger. Eher im Mittelfeld liegt das Land beim Zugang zu und der Qualität von öffentlichen Daten (Platz sechs unter den zwölf untersuchten Ländern).⁵⁴ Von den weltweit 500 stärksten Rechnern stehen 36 in Japan (Platz drei nach China und den USA). Einer davon (ABCI) rangiert aktuell auf Platz fünf der Top 500.⁵⁵ In der strategisch wichtigen Halbleiterindustrie erwirtschafteten vier Fir-

men⁵⁶ 2017 zusammen rund 30 Mrd. Euro Umsatz, was rund 17 % des Umsatzes US-amerikanischer Firmen bedeutete.⁵⁷ Der Haushalt 2018 sieht daher Investitionen für „F & E in KI-Chips hoher Effizienz und Geschwindigkeit durch Industrie-Regierung-Wissenschafts-Kooperationen“ in Höhe von 77 Mio. Euro vor. Für die Forschung zu Quanten-Computern und -Chips wiederum sind Investitionen in Höhe von 17 Mio. Euro geplant und für den den Aufbau einer „offenen Plattform für Nano-Technologie und Materialforschung“ rund 15 Mio. Euro.⁵⁸

Der Talentepool für KI ist mit geschätzten 210 Masterstudenten, die jährlich an computerwissenschaftlichen Instituten graduieren, eher klein und vergleichbar mit Südkorea.⁵⁹

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Zur Umsetzung der *Society 5.0* haben Shinzō Abe und seine Partei eine komfortable Mehrheit in beiden Häusern des Parlaments. Die Strategien der meisten Ministerien beinhalten Bezüge zu KI, wie etwa die *Integrated Innovation Strategy* und die *Japan Revitalization Roadmap*.⁶⁰

Die Rahmenbedingungen für Forschung und Entwicklung von Innovationen sowie die Allokation von Budget und Personal setzt der „Rat für Wissenschaft und Technologie und Innovation“ (CSTI). Den Vorsitz des CSTI hat der Premierminister und die einzelnen Sektorministerien folgen den Richtlinien des CSTI.⁶¹ Bereits im April 2016 wurde auf Anweisung von Shinzō Abe der „Strategische Rat für KI-Technologie“ gegründet, der im März 2017 eine KI-Strategie vorlegte. Der Rat versteht sich als „Kontrollturm“,⁶² der die Anstrengungen verschiedener Ministerien koordiniert. Die koordinierten Ministerien sind: 1) Ministerium für Inneres und Kommunikation, 2) Ministerium für Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft und Technologie, 3) Ministerium für Wirtschaft, Handel und Industrie. Die Koordination schließt die den Ministerien nachgelagerten Forschungszentren ebenso ein wie die „Japanische Wissenschafts- und Technologie-Agentur“ (JST) und die „Organisation für Neue Energie und

Technologie-Entwicklung“ (NEDO).⁶³ Des Weiteren gehören dem CSTI Vertreter der Ministerien für Gesundheit und Arbeit, Land und Infrastruktur, Transport und Tourismus sowie für Landwirtschaft und Fischerei an, da diese über große Datenmengen verfügen,⁶⁴ sowie Vertreter von Universitäten und dem Industrieverband *Keidanren*. Das Verteidigungsministerium spielt bisher nur eine untergeordnete Rolle.

Neben der Förderung von F & E stimmt sich der Rat in einem Industrie-Koordinationsgremium mit den Branchen ab, die KI nutzen (*exit industries*) und fördert die gesellschaftlichen Anwendungsfelder für KI. Die KI-Strategie fordert zudem eine ambitionierte Industriestrategie (*Industrialization Roadmap*), die die „Weisheit von Industrie, Wissenschaft und Regierung vereint“, um zu „konsistenten Ansätzen“ bei Forschung, Kommerzialisierung und sozialer Implementierung von KI zu kommen.⁶⁵

Zahlreiche Vorschläge und Initiativen für ethische KI mit positivem Grundtenor:

Bereits im Mai 2016 wurde auf Initiative des CSTI der Beirat für KI und die menschliche Gesellschaft eingerichtet. Dieser besteht aus zwölf Mitgliedern aus den Bereichen Ingenieurwesen, Philosophie, Recht, Wirtschaft und Sozialwissenschaften. Dessen Bericht vom März 2017 nimmt ethische, rechtliche, soziale und ökonomische Bedenken ebenso wie den Einfluss von KI auf Bildung und Forschung kritisch in den Blick, kommt jedoch zu dem Urteil, dass die positiven Aspekte klar überwiegen. Neue Formen der Interaktion zwischen Mensch und Maschine seien eine Chance, das Konzept der Humanität neu zu denken.⁶⁶ Der Beirat schlägt zudem vor, an allen Universitäten ein *Institutional Review Board (IRB) on AI* zu etablieren.⁶⁷ Internationale Regeln und Standards für KI hat das Innen- und Kommunikationsministerium (MIC) 2016 anlässlich des G7-Treffens der ICT-Minister vorgeschlagen.⁶⁸ Darüber hinaus hat die *Japan Society for Artificial Intelligence*, Prinzipien für ethische KI entwickelt.⁶⁹ Zum Problem bei der Entwicklung

neutraler (*unbiased*) Algorithmen könnte der Mangel an Diversität (Gender, Alter, Herkunft, Sprache) in den Forscher- und Entwicklerteams in Japan werden.

IV.) Forschung und Entwicklung

In absoluten Zahlen lagen die Gesamtausgaben für F & E 2016 bei rund 140 Mrd. Euro (Platz drei unter den zwölf untersuchten Ländern). Davon trug die öffentliche Hand nur rund 22 Prozent bei, der geringste Anteil unter allen untersuchten Ländern. CSRankings bewertet das Informatik-Institut an der Universität Tokio als einziges japanisches universitäres KI-Institut überhaupt.⁷⁰ An diesem Institut forschen seit 2016 aktiv 30 Lehrkörper in KI-Bereichen⁷¹ und betreuen die jährlich ca. 90 Promovenden in diesem Bereich.

Die drei nicht universitären KI-Forschungszentren AIST, RIKEN und NICT sind Ministerien untergeordnete „integrierte Verwaltungskörperschaften“ (*integrated administrative institutes*). Diese haben zahlreiche Forscher, bieten aber keine Ausbildungsgänge an. Darüber hinaus gibt es mehr als 70 Robotik-Labore landesweit,⁷² die sich zum Teil auch mit KI-Anwendungen beschäftigen.⁷³ Es dominieren ältere Herren an der Spitze der Forschungslabore, die wiederum kaum miteinander kooperieren. Zudem ist das Hochschulsystem unterfinanziert und immer weniger leistungsfähig.⁷⁴ Zwar haben die Forscher in verschiedenen Bereichen 2017 rund 2.800 zitierbare KI-Publikationen hervorgebracht (Platz vier unter den zwölf untersuchten Länder). Deren Einfluss war jedoch insgesamt eher gering (Platz sechs von zwölf).⁷⁵ Größeren, weltweiten Einfluss hatten lediglich Veröffentlichungen zu *Computer Vision* und *Pattern Recognition* (Platz vier weltweit) und Mensch-Computer-Interaktion (Platz fünf weltweit).⁷⁶

Um die *Society 5.0* zu verwirklichen, will die Regierung von Premierminister Abe den Anteil der F & E-Gesamtausgaben auf ein Prozent des BIP⁷⁷ verdoppeln, über die Förderung von drei Forschungszentren konkrete KI-Anwendungen

in vier Handlungsfeldern entwickeln; KI-Talente ausbilden, die Durchlässigkeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft erhöhen und die internationale Isolierung der Forschung überwinden.

Forschungsbereiche und Instrumente

Im Zentrum der staatlichen Förderung von KI-Forschung stehen drei Forschungszentren,⁷⁸ die interdisziplinär und miteinander arbeiten. Diese Forschungshubs sollen außerdem als „Forschungs-Hubs“ für „offene Innovation“ dienen, die durch Zusammenarbeit von Industrie, Regierung und Wissenschaft (andere Universitäten) entstehen.⁷⁹ Der *Industrialization Roadmap* folgend gibt es klare Planungsvorgaben zu Rollen, Zeithorizonten und zu erwartenden Ergebnissen dieser Zentren.⁸⁰ Sie sollen sich auf Forschung in vier strategischen Anwendungsfeldern (Produktivität, Mobilität, Gesundheit, Sicherheit) kümmern. Dabei geht es um Ansätze, die zum einen von der Grundlagenforschung bis hin zur sozialen Umsetzung konsequent verfolgt werden müssen. Zum anderen sind es Ansätze, für die eine kurzfristige Monetarisierung und damit ein Engagement des Privatsektors nicht zu erwarten sind, bzw. Ansätze in kooperativen Bereichen, wie zum Beispiel der internationalen Normierung und gemeinsamen Infrastrukturtechnologie.⁸¹ Die Ergebnisse der einzelnen Zentren sollen ab 2020 gemeinsam mit Unternehmen und Ministerien zu „Integrierten Systemen“ zusammengeführt werden.

Das *Artificial Intelligence Research Center* (AIRC) am AIST-Institut sieht sich „als zentrale Anlaufstelle für die Förderung der Großforschung“⁸² und verfügt mit rund 123 Mio. Euro (2016) über das größte Budget der drei angesprochenen Zentren. Dies soll sich 2019 auf rund 212 Mio. Euro fast verdoppeln.⁸³ Auf Basis von *Deep Learning* und neuronalen Netzen forschen zwölf Teams u. a. zum Zusammenspiel von KI und IoT wie auch zu Muster- und Bilderkennung (für Medizin, Sicherheit). Nach eigenen Angaben steht dem AIST die weltweit größte, offene KI-Computing-Infrastruktur (ABCI) zur Verfügung.⁸⁴ Zudem unterhält das AIST ein gemeinsames KI-Labor mit NEC sowie Partnerschaften mit ausländischen Instituten, wie etwa dem DFKI in Deutschland.

Das *Center for AI Development* (AIP) ist ein Teil des dem Bildungsministerium (MEXT) unterstehenden RIKEN-Instituts für Physik und Chemie. Mehr als 50 Teams forschen zu Grundlagen, „zielorientierter Technologieforschung“ sowie „KI in der Gesellschaft“.⁸⁵ Eine wichtige Rolle wird dem AIP vor allem bei der Entwicklung KI-unterstützender „Allzweck-Infrastruktur-Technologie“ zur „Revolutionierung der Industrieproduktion“, zu medizinischer Diagnostik und Schadensbegrenzung bei Naturkatastrophen zugeschrieben.⁸⁶ 2016 standen für diese Bereiche rund 56 Mio. Euro zur Verfügung.⁸⁷ Das AIP kooperiert durch je eigene KI-Zentren mit NEC, Toshiba, Fujitsu und Fujifilm. Ebenfalls dem Bildungsministerium (MEXT) untersteht die *Japan Science and Technology Agency* (JST), die wiederum Programme zur Förderung „strategischer Grundlagenforschung“ mit KI-Bezug betreibt. Hervorzuheben ist hier ein Labor zur Vernetzung verschiedener KI-Projekte sowohl der Forschungsinstitute als auch der Universitäten (*AIP Network Lab, PRISM*).⁸⁸

Das *National Institute of Information and Communication Technology* (NICT) untersteht dem Innen- und Kommunikationsministerium (MIC) und war 2016 mit rund 17 Mio. Euro ausgestattet. Dort wird einerseits an der Entwicklung einer „Universalkommunikationstechnologie“ geforscht.⁸⁹ Zugleich beschäftigt sich das dort ansässige sog. CiNet mit Anwendungen von Neurowissenschaften in Informatikbereichen, Schnittstellen zwischen Gehirn und Maschine sowie Robotik für medizinische Anwendungen, die „uns hilft zu verstehen, wie Menschen und Roboter am besten in der Zukunft koexistieren können.“⁹⁰

Dem Mangel an KI-Talenten zu begegnen, sei eine „dringende Notwendigkeit“, denn bis 2020 rechnet das Wirtschaftsministerium METI mit einer Lücke von etwa 48.000 Personen an „führenden IT-Humanressourcen“.⁹¹ Diese unterteilen sich in drei Gruppen: solche, die 1) grundlegende Probleme von KI lösen (v. a. in den Bereichen Informatik, Robotik, *Natural Language Recognition*, Neurowissenschaften), 2) die KI-Grundlagen übersetzen (etwa in Algorithmen, Datenbank-Architekturen und Programme), 3) KI praktisch in Industrien und Dienstleistungen anwenden und nutzen können.⁹²

Die ersten beiden Gruppen sollen mit attraktiven Gehältern, Forschungsbedingungen und -inhalten für in- und ausländische Forscher vergrößert werden. Vor allem junge KI-Forscher sollen profitieren und können Gelder zum Beispiel über Programme der JST abrufen.⁹³ Für die dritte Gruppe brauche es KI-Fortbildung und bessere Ausbildung in Mathematik und IT-Fächern insgesamt. Die genauen Bedarfe und Strategien dazu sollen in Diskussion zwischen Industrie und Wissenschaft unter Schirmherrschaft des Wirtschaftsministeriums METI geklärt werden.⁹⁴

Bisher ist die Zusammenarbeit von Universitäten und der Industrie eher schwach ausgeprägt (Platz sechs unter den zwölf untersuchten Ländern).⁹⁵ Ein wichtiges Instrument, um dies zu verbessern, ist das *cross appointment system*,⁹⁶ das Forschern aus Universitäten erlaubt, in Teilzeit auch an nationalen Forschungsinstituten oder in der Privatwirtschaft zu arbeiten. Forscher aus der Privatwirtschaft dürfen im Gegenzug in Teilzeit an Universitäten tätig werden. Neue Subventionsmechanismen sollen zudem Unis zugutekommen, die „Management-Reformen“ umsetzen und sich um Gelder aus der Privatwirtschaft bemühen. Zugleich sollen Firmen dazu bewegt werden, mehr in langfristige Forschungsprojekte an und mit Universitäten zu investieren⁹⁷ und sog. *Moonshot*-Initiativen auf den Weg zu bringen.⁹⁸

Darüber hinaus stellte das Wirtschaftsministerium (METI) 2016 fest, dass Japan isoliert vom globalen Fluss an Forschern und Forschungsgeldern sei.⁹⁹ Daher wurden die Einreisebestimmungen für hoch qualifizierte Ausländer und das ihnen zugrunde liegende Punktesystem 2017 überarbeitet.¹⁰⁰ Es erlaubt Forschern u. a. die Mehrfach­tätigkeit, einen schnelleren dauerhaften Aufenthalt, den Familiennachzug und eine Arbeitserlaubnis für den Lebenspartner. Im Bereich KI wurden zudem Forschungspartnerschaften etwa mit Israel¹⁰¹ und Deutschland¹⁰² vereinbart.

V.) Kommerzialisierung

Neben Kooperationen mit den genannten Zentren führen viele der global operierenden Konzerne (Toshiba, NEC, Hitachi, Sony, Mitsubishi Electric,

Fujitsu, Canon u. a.) ihre eigenen anwendungsorientierten Forschungsprogramme zu KI durch.¹⁰³ Nach Angaben der Regierung investiert der Privatsektor rund 4,5 Mrd. Euro jährlich in KI-Technologie.¹⁰⁴ Im Schnitt kamen zwischen 2015 und 2017 5,17 % der international durchsetzungsfähigen Patente aus Japan,¹⁰⁵ womit das Land weltweit auf Platz zwei liegt. Trotz dieser Platzierung ist der Abstand zu den auf Platz eins liegenden USA noch immer enorm, stammten doch rund drei Viertel der angesprochenen KI-Patente in dem selben Zeitraum aus den USA.

Zwar sind japanische Firmen weiterhin führend bei der Fertigung und dem Export von Robotern, diese Position ist jedoch gefährdet, da die Hersteller zu wenig in die Entwicklung von Software investiert haben.¹⁰⁶ Das Konzept von *open innovation* haben sich die Konzerne noch nicht ausreichend zu eigen gemacht.¹⁰⁷ Zugleich kommen wenige Impulse aus dem heimischen Innovationsökosystem. Nur 113 KI-Startups zählen Asgard und Roland Berger (USA: 1.393, China: 383),¹⁰⁸ wovon CB Insights mit „Preferred Networks“ und „LeapMind“ immerhin zwei unter den weltweit einflussreichsten KI-Startups sieht.¹⁰⁹ Ähnlich wie die südkoreanischen Konglomerate kaufen die japanischen Konzerne Innovation im Ausland ein, wie etwa Toyota im Silicon Valley.

Die Abe-Regierung unterstützt die KI-Kommerzialisierung neben ihrem Einsatz für globale Industriestandards bei Industrierobotern unter der *New Robot Strategy*,¹¹⁰ durch Anpassungen im Urheberrecht, ein EU-kompatibles Datenschutzrecht, beschleunigte oder ausgesetzte Genehmigungsverfahren, die Startup-Förderung und Steuererleichterungen für moderne IT-Beschaffung.

Regulierung: Ab Januar 2019¹¹¹ gilt eine bereits beschlossene Erweiterung des Urheberrechts, dass in drei neuen Artikeln die Nutzung und Weiterverarbeitung (*text and data mining*) von geschützten Inhalten durch kommerzielle und nicht kommerzielle KI auch ohne Zustimmung der Urheber erlaubt (*fair-use-Prinzip*).¹¹² Der Zugriff auf große Datenmengen ist wichtig, um die Selbstlernfähigkeiten von Maschinen zu verbessern. Eine ähnliche Regulierung ist in Singapur und Kanada

auf dem Weg. Auch für die Urheberschaft für Produkte, die von KI kreiert worden sind (etwa Texte, Musik), soll der Rechtsrahmen erweitert werden.¹¹³

Im Mai 2017 wurde zudem der *Act on the Protection of Personal Information* überarbeitet, um einerseits das Sammeln und Teilen von Daten zu fördern, diese aber gleichzeitig von persönlichen Daten zu entkoppeln und anonymisiert zu verarbeiten. Die Überarbeitung weist viele Schnittmengen mit der DSGVO der EU auf. Vor diesem Hintergrund hat die EU Japan auf eine „weiße Liste“ von Ländern gesetzt, die sich durch ein mit der EU vergleichbar hohes Maß an Datenschutz-Standards auszeichnen.¹¹⁴ Dies fördert die globale Einbindung des Lands, da es Japan, anders als China erlaubt, seine KI-Produkte in die EU zu exportieren.

Ein Gesetz vom Juni 2018 erlaubt Firmen, innovative Pilotprojekte innerhalb vorher genehmigter und klar definierter Grenzen (*sandboxes*) zu entwickeln. In diesen deregulierten Testumgebungen können Firmen neue Technologien und Business-Modelle ausprobieren und Daten generieren. Sind die Piloten erfolgreich, kann die Regierung dieselbe (De-)Regulierung auf das gesamte Land ausweiten. Eigens dafür wurde ein Büro eingerichtet, das den Antragsprozess koordiniert.¹¹⁵ In eine ähnliche Richtung geht die Einrichtung geografisch definierter *National Strategic Special Zones*.¹¹⁶ An zehn Standorten des Lands gelten Steuererleichterungen für Neuansiedlungen sowie gelockerte oder aufgehobene Regulierungen – etwa im Bereich der Mobilität oder der medizinischen Forschung – um Regionen außerhalb Tokios zu stärken und dort für das Land interessante „Testfälle“ zu entwickeln. Solch einen Testfall hat 2016 zum Beispiel die Stadt Senboku für fahrerlose Busse geschaffen.¹¹⁷ Zur Regulierung des autonomen Fahrens (bis Level 4) konkretisiert¹¹⁸ sich aktuell eine bereits 2016 ausgearbeitete Strategie und zu den olympischen Spielen 2020 wird wohl das weltweit erste funktionelle System fahrerloser Taxis in Tokio operieren.¹¹⁹

Um das Land zum zentralen „Hub“ für regenerative Medizin zu machen, sind neben der Zuweisung der *National Strategic Special Zones* auch die Genehmigungsverfahren für Medika-

mente und medizinische Geräte überarbeitet worden. Hierdurch hat Japan weltweit die schnellsten Genehmigungsverfahren.¹²⁰

Unterstützung von Startups und Firmen: Die geringe Zahl an KI-Startups ist bedingt durch die generell kleine Startup-Szene. Traditionell ist die Gesellschaft risikoavers, auf sich selbst bezogen und viele der vorhandenen Fachkräfte werden von den großen Technologiekonzernen absorbiert.¹²¹ Dies gepaart mit einer restriktiven Einwanderungspolitik macht es für dennoch gegründete Startups schwierig, gutes Personal zu finden. Erschwerend kommt hinzu, dass Startups praktisch kein privates Gründerkapital finden und ein Exit durch Kauf eher die Ausnahme ist (Regel: IPO).¹²² Durch aus dem Ausland zurückgekehrte Gründer und vermehrtes *corporate venture capital*¹²³ steigt trotz allem die Zahl der Startups. Um diese weiter zu fördern, zahlt die Regierung in den „500 Startups“-Fonds ein. Weiterhin hat das Wirtschaftsministerium 2018 ein neues Inkubator-Programm („J-Startup“) aufgelegt, das bis 2023 insgesamt 20 Firmen mit einem Marktwert von über einer Mrd. US-Dollar (*unicorn companies*) hervorbringen soll.

Daneben hat die Regierung für kleine und mittlere Unternehmen seit Mai 2018 Eigentumssteuersätze reduziert, die in „*ICT, robotics* und *cloud tools*“ investieren.¹²⁴ Darüber hinaus sollen Firmen jeder Größe Steuererleichterungen erhalten, wenn sie „fortschrittliche IT“ beschaffen.¹²⁵

Der Staat als Anwender: Bei der Beschaffung fortschrittlicher Technologie liegt die öffentliche Hand im Vergleich zu anderen Ländern im Mittelfeld (gemeinsam mit Finnland auf Platz acht unter den zwölf untersuchten Ländern).¹²⁶ Gleichwohl besteht dem *Basic Act for the Advancement of Public and Private Sector Data Utilization* folgend der Anspruch, die fortschrittlichste IT-Nation der Welt zu werden. Dem angesprochenen Gesetz folgend soll die gesamte Verwaltung digitalisiert sowie öffentliche und private Daten für den Privatsektor nutzbar gemacht werden. Dem Gesetz übergeordnet ist das Konzept der „Society 5.0“, in dem KI alle Lebensbereiche durchdringen wird, sodass dieses Konzept sicher eine weitere Nachfrage durch den Staat mit sich bringen wird. Die Ergeb-

nisse im Forschungsfeld „Sicherheit“ dienen den Katastrophenschutzbehörden zur Vorhersage, Schadensbegrenzung und zum raschem Wiederaufbau.¹²⁷ Weitere KI-Projekte gibt es beim Militär

(KI-basiertes Archivmanagement als Pilotprojekt für die gesamte Verwaltung)¹²⁸ und bei der Polizei (Bildererkennung, Aufdeckung von Finanzbetrug).¹²⁹

-
- 45 Vgl. Government of Japan, 2018a, b.
 46 Cabinet Office, k. D.
 47 Migration Policy, 2017.
 48 Strategic Council for AI Technology 2017: 4.
 49 Government of Japan, 2018b: 5.
 50 Ito, 2018; Newsweek, 2017.
 51 Strategic Council for AI Technology 2017: 4.
 52 Japan Times, 2018a.
 53 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 54 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 55 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 56 Toshiba, Sony, Renesas Electronics, ROHM Semiconductors.
 57 Statista, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 58 MOF, 2018: 7.
 59 CSRankings, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 60 Vgl. auch Waldenberger, 2018 für einen vertieften Überblick zu den Initiativen rund um *Society 5.0*.
 61 Vgl. Harayama, 2017: 2.
 62 Strategic Council for AI Technology 2017: 3.
 63 Vgl. Governance-Struktur des Rates in: NEDO, 2017: 12.
 64 Strategic Council for AI Technology 2017: 4.
 65 Ebenda.
 66 Advisory Board on Artificial Intelligence and Human Society, 2017: 18.
 67 Ebenda: 23.
 68 Diese sind: Transparenz, Benutzerunterstützung, Kontrollierbarkeit, Sicherheit, Datenschutz, Ethik und Verantwortlichkeit. Vgl. MIC, 2017.
 69 Vgl. AI-ELSI.
 70 Next Generation Artificial Intelligence Research Center. Vgl. Tokio University, k. D.
 71 CSRanking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 72 The Robot Society of Japan, k. D.
 73 Vgl. etwa University of Tsukuba, k. D. oder der bekannte Direktor des *Intelligent Robotics Lab* an der Osaka Universität, Prof. Hiroshi Ishiguro.
 74 Harayama, 2017: 8 ; Nippon, 2017.
 75 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 76 Ebenda.
 77 Harayama, 2017: 19.
 78 Vgl. Anhang 1 zur Übersicht über Forschungsbereiche und Ausstattung und institutionelle Zuordnung der KI-Forschungszentren.
 79 Ebenda.
 80 Strategic Council for AI Technology, 2017: 21 f.
 81 Ebenda: 8.
 82 AIST, 2017: 4.
 83 Japan Times, 2018b.
 84 AI Bridging Cloud Infrastructure, <https://abci.ai/>.
 85 Vgl. Anhang 1 zur Übersicht über Forschungsbereiche
- 86 Strategic Council for AI Technology, 2017: 21f. Vgl. auch RIKEN, k. D.
 87 Harayama, 2017: 17.
 88 JST, k. D.
 89 NICT, UCRI, k. D.
 90 NICT CiNET, k. D.
 91 Strategic Council on AI Technology, 2017: 10.
 92 Ebenda: 22.
 93 JST, 2018.
 94 METI, 2018c.
 95 World Economic Forum, 2018: 160-161 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 96 Vgl. METI, k. D.
 97 Vgl. METI, 2016.
 98 Prime Minister's Office, 2018.
 99 METI, 2016: 1.
 100 Immigration Bureau of Japan, 2017.
 101 METI, MoEI, 2017: 3.
 102 METI, 2017b.
 103 Vgl. Überblick über einzelne Projekte der Firmen in: EU-Japan Center, 2016: 20 ff.
 104 Japan Times, 2018a.
 105 M-Cam, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 106 EU-Japan Center, 2016: 11.
 107 EU-Japan Center, 2017: 18.
 108 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 109 CB Insights, 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 110 Vgl. METI, 2015.
 111 Jones Day, 2018.
 112 European Alliance for Research Excellence, 2018.
 113 Japan Times, 2016.
 114 Vgl. IAPP, 2017. Dort auch ein Vergleich der EU-DSGVO mit dem *Act on the Protection of Personal Information*.
 115 Government of Japan, 2018b: 9.
 116 Ebenda.
 117 Japan Local Government Center, 2016.
 118 METI, 2018a.
 119 Guardian, 2018.
 120 Government of Japan, 2018b: 10.
 121 Vgl. Asakura, 2017.
 122 EU-Japan Center, 2017: 17.
 123 Ebenda.
 124 Government of Japan, 2018b: 13.
 125 Ebenda: 14.
 126 World Economic Forum, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 127 Strategic Council for AI Technology, 2017: 21.
 128 Japan Times, 2018d.
 129 Japan Times, 2018c.



Israel

Startup-Nation und Ritter des kognitiven Zeitalters

- › Verdopplung der Forschungsausgaben durch ausländische Konzerne
- › Militär als Talenteschmiede und Innovationstreiber
- › Kommerzialisierung von Forschung durch *Technical Transfer Companies*
- › Förderprogramme und Anreize für Startups und multinationale Konzerne
- › Aber: Skalierung und Wertschöpfung aus KI-Anwendungsforschung geschieht im Ausland (vor allem in den USA)

I.) Einleitung

Die höchste Forscherdichte und der höchste Anteil von Forschungsausgaben am Bruttoinlandsprodukt (BIP) weltweit treffen in Israel auf ein Innovationsökosystem („Silicon Wadi“), in dem Wissenschaft, Wirtschaft und Staat (Militär) eng zusammenarbeiten. Auf nur etwa acht Millionen Einwohner kommen inzwischen mehr als 360 KI-Startups, die nach den USA auf die weltweit zweithöchste Dichte an Venture Capital (Risikokapital) zurückgreifen können. Für all diese Entwicklungen brauchte es bisher zwar keine KI-Strategie, dennoch ist eine solche mittlerweile offenbar in Arbeit.¹³⁰

Wie die USA und China kann man Israel insofern als „Ritter des kognitiven Zeitalters“ (*knight of the cognitive era*) betrachten, als „verteidigungs-basierte Innovationen in akademische und private Bereiche ausstrahlen und eine Reihe von kommerziellen Anwendungen ermöglichen“.¹³¹ Mangels heimischer Internet-Giganten wählen Forschungseinrichtungen und Startups einen Netzwerk-Ansatz, der stark international, vor allem aber auf die USA ausgerichtet ist. Global agierende Tech-Konzerne wie IBM, Google, SAP oder Samsung sind mit Forschungszentren präsent und bilden einen Großteil der Forschungsausgaben. Zugleich übernehmen sie einheimische Startups. Dies fördert zwar Inno-

vation, bedeutet aber auch, dass die Skalierung und Wertschöpfung von Anwendungen und Entwicklungen durch die multinationalen Unternehmen geschieht und kaum durch einheimische Firmen.

II.) Voraussetzungen für KI

Das Land hat vergleichsweise wenige Internet-Nutzer (rund 6,8 Mio., weniger nur in Finnland und Singapur).¹³² Was den Zugang zu und die Qualität von öffentlichen Daten betrifft, kam Israel 2016 nur auf Platz 28 weltweit und ist bei den untersuchten Ländern etwa gleichauf mit Indien.¹³³

Bisher steht keiner der kommerziell verfügbaren Top-500-Supercomputer in Israel,¹³⁴ was sich als strategischer Nachteil bei der Weiterentwicklung von KI im Land und gegenüber anderen KI-Mächten erweisen könnte, wie ein hochrangiger NVIDIA-Mitarbeiter mahnt.¹³⁵ An den Informatikinstituten, in denen seit 2016 aktiv im Bereich von KI geforscht wird, graduieren jährlich etwa 560 Masterabsolventen. Dies ist ein vergleichsweise großer Pool an Talenten (Platz vier nach den USA, China und Großbritannien) und in Anbetracht der geringen Bevölkerung Israels beeindruckend.¹³⁶

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Ogleich sich Premier Netanyahu öffentlich zu KI äußert und ökonomische Chancen bei Medizin, Cyber-Security und Mobilität sieht,¹³⁷ verweist sein Büro auf die *Israel Innovation Authority* (IIA) als thematisch zuständige Behörde (November 2017).¹³⁸ Bislang gibt es keine Anzeichen für eine kohärente ressortübergreifende KI-Politik, was sich mit der Erarbeitung einer KI-Strategie ändern könnte.

Als Nachfolger des bereits seit 1969 existierenden *Office of the Chief Scientist* wurde 2016 die dem Wirtschafts- und Industrieministerium unterstehende *Israel Innovation Authority* (IIA)¹³⁹ neu gegründet und mit rund 380 Mio. Euro ausgestattet.¹⁴⁰ Sie soll die nötige Infrastruktur und notwendigen Rahmenbedingungen schaffen

und stärken, um Innovation und Technologie-Entwicklung zu unterstützen. Die Behörde überwacht zudem alle staatlich geförderte, industrielle F & E. Neben der IIA sind das Ministerium für Wissenschaft, Technologie und Raumfahrt, der Planungs- und Haushaltsausschuss des *Council on Higher Education* und das Finanzministerium an der Formulierung und/oder Umsetzung von Richtlinien für Innovations- und Technologie-Branchen beteiligt. Das Büro des Premierministers führt die entsprechenden Sektorministerien bei Programmen zum autonomen Fahren sowie der digitalen Gesundheit¹⁴¹ und das Verteidigungsministerium entwickelt und beschafft KI-Technologie für das Militär. Zudem gibt es eine Digitalisierungsstrategie (*Digital National Initiative*), die das Ministerium für soziale Gleichheit vorgelegt hat, in der KI jedoch keine Erwähnung findet.

IV.) Forschung und Entwicklung

Das Land verzeichnet die höchste Forscherdichte (8.250/eine Mio. Einwohner)¹⁴² und wendet im Verhältnis zum BIP die höchsten Forschungsausgaben unter allen untersuchten Ländern (aktuell mehr als vier Prozent) auf.¹⁴³ Die Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung haben sich in den letzten zehn Jahren mehr als verdoppelt.¹⁴⁴ In absoluten Zahlen betragen sie 2016 allerdings nur rund 12 Mrd. Euro (Platz acht unter den zwölf untersuchten Ländern), wobei der Anteil der öffentlichen Hand an diesen Ausgaben sinkt.¹⁴⁵ Mehr als 65 Prozent¹⁴⁶ der Forschungsausgaben kamen von ausländischen privaten Gebern in Form von Forschungszentren, vor allem durch US-Firmen, wie etwa Intel, Google oder Qualcomm. Roland Berger schätzt für 2016, dass „so gut wie jede große IT-Firma der Welt“ Forschungszentren im Land unterhält, darunter auch die Deutsche Telekom und SAP.¹⁴⁷ Die Gesamtzahl der Forschungszentren wird auf etwa 300 geschätzt.¹⁴⁸ Dies ist Segen und Fluch zugleich, da es zwar die Forschung im Land voranbringt und Arbeitsplätze in F & E sichert, zugleich aber viele KI-Talente absorbiert, deren Entwicklungen vor allem durch die US-Unternehmen skaliert und in Wert übersetzt werden.¹⁴⁹

Forschungsbereiche und Instrumente

In Abwesenheit einer KI-Strategie gibt es auch keine dezidierte KI-Forschungsförderung. Durch die Dominanz der ausländischen Forschungszentren überwiegt die kommerzielle Anwendungsforschung. An öffentlichen Universitäten wird zu KI-Grundlagen und -Anwendungen geforscht, die der Staat lediglich mit Investitionen in Rahmenbedingungen unterstützt. Ein einziges staatliches (israelisch-französisches) Wissenschaftsprogramm fördert Forschung zur Anwendung von KI für eine „digitale Landwirtschaft“ in geringem Umfang.¹⁵⁰

Obgleich bereits seit den 1980ern zu KI geforscht wird und israelische Forscher bereits fünfmal (von 62) den renommierten Turing Award gewannen,¹⁵¹ brachten sie insgesamt nur 225 zitierfähige KI-Publikationen hervor, deren weltweiter Einfluss auch eher gering blieb (H-Index 132, Platz sieben unter den zwölf untersuchten Ländern).¹⁵² Dies liegt einerseits daran, dass die Zahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen generell zurückgeht, andererseits daran, dass viele Informatik-Publikationen nur auf Konferenzen vorgestellt werden und damit nicht wirksam für den H-Index werden.¹⁵³ Zugleich konzentrieren sich die Forschungsuniversitäten sehr auf die Anwendung und Kommerzialisierung ihrer Ergebnisse. CSRankings identifiziert aktuell sechs Informatikinstitute,¹⁵⁴ an denen etwa 80 Lehrkörper seit 2016 aktiv zu KI forschen. Diese bringen schätzungsweise 240 Promovenden im Jahr hervor. Die *Israeli Association for Artificial Intelligence* hingegen listet in einer Übersicht elf öffentliche KI-Institute sowie eine Reihe von Industrieforschern, KI-Laboren und -Firmen auf.¹⁵⁵ Gemeinsam ist ihnen eine gute internationale Vernetzung mit Hochschulen und Firmen, die zu KI forschen.¹⁵⁶

Aus dieser Forschungslandschaft sticht die *Hebrew University* heraus, die an verschiedenen Instituten mit insgesamt etwa 40 Promotionsstudenten forscht und damit über die größte Zahl an KI-Forschern verfügt.¹⁵⁷ Interdisziplinäre Zentren forschen dort zu Algorithmen-Designs sowie gemeinsam mit Intel und der *Technion University* zu *Machine Learning* und neuen Computer-Architekturen. Die Informatikfakultät forscht zudem im Anwendungsfeld *Cyber Security*¹⁵⁸ und kooperiert

dazu u. a. mit dem Fraunhofer-Institut. Die zweitgrößte Zahl an KI-Forschern (etwa 30 Doktoranden¹⁵⁹ und mindestens 15 Professoren) arbeiten an Fakultäten der *Technion University* zu KI,¹⁶⁰ wobei die Informatikfakultät u. a. im Bereich der Grundlagenforschung zu *Deep Learning* (Theorie neuronaler Netze) aktiv ist.¹⁶¹ Im Oktober 2018 wurde zudem ein KI-Zentrum mit Intel eröffnet, das zu *Natural Language Processing*, *Deep Learning* und Hardware-Optimierung für Lernalgorithmen forschen will.¹⁶² Insgesamt etwa 22 Doktoranden¹⁶³ forschen an der *Tel Aviv University*, u. a. zu *Machine Learning* (in Kooperation mit Yandex) und *Optical Signal Processing* sowie Bilderkennung. Für den Anwendungsbereich „Smart Cities“ besteht eine Kooperation mit der Stanford University.

Im mehrjährigen Finanzierungsrahmen des *Council for Higher Education* (2017 und 2021) wird mit rund 480 Mio. Euro der Aufbau einer „nationalen Forschungsinfrastruktur“ gefördert, bei dem die Bereiche IT- sowie *big data*-Infrastruktur ebenso im Vordergrund stehen, wie die Ausbildung von Fachpersonal in verschiedenen Feldern. Zu diesen Bereichen zählen die Biowissenschaften (personalisierte Medizin), die Quantenphysik, die Chemie (Materialien) und die Sozial- und Geisteswissenschaften. Mit rund 170 Mio. Euro soll zudem Forschung unterstützt sowie die Zahl an Studenten und Lehrkörpern gezielt in eben jenen Bereichen gefördert werden, die „der Markt braucht“, sprich Elektronik- und Softwareingenieurwesen, Informatik und IT.¹⁶⁴

V.) Kommerzialisierung

Seit den 1990er Jahren hat sich Israel zum High-tech- und Innovationsstandort entwickelt und sich die Marke der „Startup Nation“ erarbeitet. Beachtliche 362 KI-Startups (Platz drei unter den zwölf untersuchten Ländern) zählen Asgard und Roland Berger, wovon CB Insights gleich vier (OrCam Technologies, Workey, Twiggie und Prospera) zu den 100 weltweit einflussreichsten Startups zählt. Der Bericht *Israel's State of AI* zählt 950 Startups, die KI nutzen oder entwickeln, und schätzt, dass diese bis 2018 kumulativ rund 3,8 Mrd. Euro durch *Market Exits* eingesammelt haben.¹⁶⁵ CB Insights

geht davon aus, dass vier Prozent aller weltweit 2016 abgeschlossenen *private equity deals* im Feld KI in Israel stattfanden (Platz drei nach den USA und Großbritannien).¹⁶⁶

Neben der Investitionstätigkeit von Risikokapitalfonds und der Errichtung von F & E-Zentren in Israel durch ausländische Konzerne aufgrund von Anreizen und Steuererleichterungen ist die aktuell gute Position bei der KI-Kommerzialisierung vor allem auf die folgenden weiteren Punkte zurückzuführen: 1) Zustrom naturwissenschaftlicher und technischer Talente aus der ehemaligen Sowjetunion, 2) erfolgreicher Technologietransfer von Wissenschaft und Militär in den Privatsektor. Im globalen KI-Wettrennen gerät das Land jedoch zunehmend unter Druck, worauf die Regierung mit neuen Initiativen reagiert.

Der Mangel an gut ausgebildetem Personal „ist das Haupthindernis für Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit Israels“, konstatiert die IIA und beziffert den Mangel an Ingenieuren und Programmierern für das nächste Jahrzehnt auf bis zu 10.000.¹⁶⁷ In der Vergangenheit profitierte die Innovations- und Technologiebranche vor allem von Akademikern und Mitarbeitern staatlicher Industrien, die in den Privatsektor wechseln, sowie der Ankunft Zehntausender jüdischer Ingenieure aus der ehemaligen Sowjetunion. Beide Quellen des Nachwuchses sind inzwischen ausgetrocknet.¹⁶⁸ Darüber hinaus sank der Anteil der naturwissenschaftlichen Absolventen an der Gesamtzahl der Absolventen von 13 Prozent im Jahr 2004 auf 8,7 Prozent im Jahr 2014.¹⁶⁹ Verstärkt durch den zunehmenden globalen Wettbewerb führte all dies zu einem Mangel bei KI-Talenten, deren Angebot in Israel kaum mit der Nachfrage im Land mithalten kann.¹⁷⁰ Darauf reagieren einerseits die wissenschaftlichen Einrichtungen des Lands, indem sie das Studienangebot zu KI ausweiten.¹⁷¹ Zum anderen setzt das dem Ministerium für Rückkehr und Einwanderung (*Alija*) unterstehende *Center for Absorption in Science* seine Anreiz- und Unterstützungsprogramme fort, die „rückkehrende“ jüdische Spezialisten und Wissenschaftler aus aller Welt sowie Unternehmen fördern, die diese integrieren. Außerdem will die

Innovation Authority außerschulische Ausbildungsprogramme fördern, die für die Hightechindustrie relevant sind („*Coding Bootcamps*“).¹⁷²

Innovationstreiber Militär Die wohl wichtigste Talentschmiede für die Hightechindustrie ist jedoch das Militär, dem jeder Bürger und jede Bürgerin beitreten muss und das schon seit den 1970ern ein wichtiger Treiber von Innovation und Technologie ist. Es hat sich ein äußerst effektives System entwickelt, um Spitzenkräfte zu identifizieren und in anspruchsvolle Hightech-Ausbildungsprogramme einzubeziehen, die mit fortschrittlichsten Technologieplattformen und umfangreichen Ressourcen (v. a. Daten) ausgestattet sind.¹⁷³ Die dort betriebene Forschung und Entwicklung dient als de facto Trainingszentrum und Inkubator für KI-Talente.¹⁷⁴ Durch die Reservekräfte kehren andere mit umfangreicher KI oder digitaler Erfahrung als Mentoren zurück: ein Verstärkungssystem für den Wissenstransfer in beide Richtungen. Viele der führenden Hightech-Startups des Lands wurden daher von Partnern gegründet, die sich während ihrer Armeezeit getroffen hatten.¹⁷⁵ Aktuell sinkt jedoch die Zahl der Rekruten aus demografischen Gründen.

Technologietransfer von Universitäten in die Privatwirtschaft: Gemeinsam mit den USA bildet Israel bei der Zusammenarbeit von Industrie und Universitäten die Weltspitze.¹⁷⁶ Ein wichtiger Grund dafür sind Kommerzialisierungsunternehmen (*technology transfer companies – TTC*), die als Tochtergesellschaften von Universitäten, Colleges oder Krankenhäusern gegründet wurden. Die Rolle dieser Unternehmen besteht darin, das in ihren Institutionen angesammelte Know-how zu suchen, zu entwickeln und zu vermarkten, ein Patent in ein kommerzielles Produkt zu verwandeln und bei der Gründung von Startups zu helfen.¹⁷⁷ So war etwa das bekannte KI-Startup Mobileye, das für rund 13 Mrd. Euro von Intel übernommen wurde, eine Ausgründung des TTC der Technion University.

Der Technologietransferprozess folgt einigen Grundprinzipien: (a) Forscher sind verpflichtet, dem TTC ihrer Universität eine Erfindung zu melden. Wenn das TTC ihr kommerzielles Potenzial positiv bewertet, kann es ein Patent anmelden und eine Marketingstrategie für die Erfindung entwickeln, um potenzielle Handelspartner (oder Lizenznehmer) zu identifizieren, die an der Erfindung interessiert sind. Mit ihnen handelt es Lizenzverträge aus, unter denen Handelspartner die Erfindung weiterentwickeln, nutzen oder vermarkten können. Die Einnahmen aus den Zahlungen von Lizenzgebühren und/oder Lizenzgebühren durch den Lizenznehmer werden zwischen den Erfindern und der Forschungsuniversität aufgeteilt.¹⁷⁸ Zu den renommierten universitären TTCs gehören die *Yeda Research and Development Company Limited* des *Weizmann Institute of Science* und die *Yissum Research Development Company* der *Hebrew University of Jerusalem*. Dieses Modell hebt das Land Israel auf Platz vier (unter den zwölf untersuchten Ländern), was die Zahl an im Land angemeldeten und international durchsetzungsfähigen KI-Patenten angeht. Allerdings schätzt die UNESCO, dass seit 2002 fast 80 % aller Anmeldungen beim israelischen Patentamt von Ausländern eingereicht wurden, insbesondere durch die Forschungszentren von US-Unternehmen. Geistiges Eigentum wandert also vor allem ins Ausland ab.¹⁷⁹

Förderung von Startups und Unternehmen:

Die *Innovation Authority* ist mit ihren Programmen für innovative Technologiekonzepte der größte öffentliche Investor in KI-Startups (siehe Textbox).¹⁸⁰ Die IIA kann weitgehend unabhängig handeln und verfügt über flexible Instrumente (Kreditprogramme, Garantien, Fonds und Finanzierungsinstrumente).

Förderinstrumente der IIA

„Startup-Division“¹⁸¹

Tnufa Incentive: Unterstützung für Entwicklung von „innovativen“ Technologie-Konzepten (bis 85 Prozent der Kosten dafür, maximal rund 50.000 Euro über zwei Jahre)

Incubator Incentive: bis 85 Prozent (maximal rund 800.000 Euro) der Kosten für Forschung und Entwicklung „innovativer Technologiekonzepte“ durch IIA als Anreiz auch für private Inkubatoren, die restlichen 15 Prozent plus Räumlichkeiten, Rechtshilfe und Partnerfindung zu erbringen.

Die *Growth Division* von IIA bezuschusst die Forschungsausgaben größerer inländischer und ausländischer Unternehmen zudem mit 20 bis 50 Prozent, wenn das neuen Produkten oder der Aufwertung existierender Technologie dient. Langfristige F & E einheimischer großer Firmen (mehr als 86 Mio Euro Umsatz und mehr als 200 Mitarbeiter in F & E) können zur Hälfte übernommen werden.¹⁸² Weitere zehn Prozent werden übernommen, wenn die Firma in der Peripherie des Lands investiert. So soll auch die Zahl der ausländischen Forschungszentren weiter erhöht werden, vor allem im Bereich Biotechnologie und Medizin.¹⁸³ Private Investoren, die in F & E von Startups investieren, können zudem dank dem sog. „Angels Law“ Investitionen von bis zu 1,2 Mio. Euro pro Startup als laufende Aufwendungen von der Steuer absetzen.¹⁸⁴

Mit Blick auf autonomes Fahren wurde Anfang 2017 gemeinsam vom Transportministerium und dem Büro des Premierministers ein Fünf-Jahres-Programm aufgelegt, für das etwa 60 Mio. Euro bereitgestellt werden sollen. Ziel dessen ist es, die israelische Industrie in diesem Bereich weiter aufzubauen. Verkehrstechnologieunternehmen können im Rahmen des Programms eine finanzielle Unterstützung von bis zu 50 Prozent ihrer genehmigten F & E-Kosten erhalten. 75 Prozent der Mittel werden für ein Programm bereitgestellt, das einen außerordentlichen Einfluss auf die Rationalisierung und Verbesserung des Verkehrs haben könnte. Das unterstützte Unternehmen zahlt das von der Innovationsbehörde erhaltene Geld durch Lizenzgebühren auf den Verkauf zurück, jedoch nur wenn es die kommerzielle Phase erreicht. Bisher gibt es keine Regulierung zu autonomem Fahren im Land, es wurden jedoch einige Teststrecken für autonomes

Fahren auf Militärgeländen und verlassenen Straßen freigegeben.¹⁸⁵

Rund 240 Mio. Euro sollen in die Digitalisierung aller Patientenakten, in eine für Firmen und Forscher offene Datenbank (mit SAP SE) sowie in die Unterstützung von Forschern und Startups investiert werden, mit dem Ziel, präventive und personalisierte Medizin zu entwickeln. Die Regierung sieht dies als wichtigen Wachstumsmotor an.¹⁸⁶

Regulierung des Hightech-Sektors: Bisher wurde eher das Umfeld, in dem kommerzielle KI-Produkte entstehen können, reguliert. Um weiter attraktiv für Hightech-Unternehmen zu bleiben, wurde Ende 2016 die Körperschaftsteuer für diese von 25 Prozent auf sechs bis zwölf Prozent gesenkt, je nach Art des Unternehmens. Die Änderung führt auch zusätzliche Steuervorteile für Dividenden und Kapitalerträge ein. Im August 2017 wurde zudem ein Gesetz zum Abschluss von Hightech-Fusionen und -Akquisitionen verabschiedet, das „notwendige Strukturpassungen“ erleichtern soll.¹⁸⁷ Als ein Instrument, um geistiges Eigentum im Land zu behalten, kann man eine Regelung verstehen, die die Kapitalertragsteuer für inländische Unternehmen um vier bis sechs Prozentpunkte reduziert, wenn „neues geistiges Eigentum generiert oder von einer ausländischen Firma erworben wurde.“¹⁸⁸

Staat als Anwender: Neben seiner Rolle bei der Ausbildung von Talenten und dem Wissenstransfer ist das Militär selbst ein aktiver Entwickler und Anwender von KI, die seitens des Militärs als „Schlüssel für das Überleben in der modernen Welt“ angesehen wird.¹⁸⁹ So nutzen die israelischen Streitkräfte (IDF) KI in autonomen Drohnen¹⁹⁰ und für die neue Version des Standardpanzers Merkava IV. Im Bereich *Cyber Security* entwickelt das Militär selbst, kauft aber auch von heimischen Startups ein, was wiederum als *pull*-Faktor für Startups wirkt.¹⁹¹ Durch das Programm zur digitalen Medizin sollen *Big Data* und darauf aufbauende KI auch in öffentlichen Krankenhäusern genutzt werden.¹⁹²

Ethik – die Diskussion steht noch am

Anfang: Zwar äußern sich jüdische Intellektuelle kritisch zu KI (prominent etwa Prof. Yuval Noah Harari)¹⁹³, dies übersetzt sich aber bisher noch nicht in Institutionen oder Richtlinien zu ethischer KI. Nach einem Skandal um die Erhebung von Patientendaten für eine KI-Anwendung beschäftigt sich die Knesset seit Ende 2017 mit Datenschutzregulierung im Gesundheitsbereich. Uri Maklev, Vorsitzender des Wissenschafts- und Technologieausschusses der Knesset, sagte, er werde sich dafür einsetzen: „Wir sehen die neuesten technologischen Entwicklungen und sind begeisterte Befürworter der Weiterentwicklung von KI. Der Nutzen der Technologie ist eine Frage des menschlichen Lebens, und die Sorgen können mit geeigneten Vorschriften und Gesetzen bewältigt werden.“¹⁹⁴ Ein IEEE-Bericht von 2017 sieht jedoch eine Reihe von Institutionen, die sich mit ethischer KI beschäftigen könnten, und nennt die Initiative *AI Ethics Open Source*, die als Schirm für eine Diskussion um dieses Thema in Israel dienen und Richtlinien entwickeln soll.¹⁹⁵

-
- 130 Globes, 2018b.
- 131 Groth/Nitzberg, 2018: 126.
- 132 World Bank, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 133 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 134 Top500.org (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 135 Jerusalem Post, 2017.
- 136 CSRanking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 137 MFA, 2018; Netanyahu, 2016, 2018.
- 138 Jerusalem Post, 2017.
- 139 Die IIA umfasst sechs Bereiche: (a) *Startup Division*, (b) *Growth Division*, (c) *Technological Infrastructure Division*, (d) *Advanced Manufacturing Division*, (e) *International Collaboration Division* und (f) *Societal Challenges Division*. Vgl. Israel Innovation Authority, k. D.
- 140 IIA, 2017a: 30.
- 141 MoH, 2016.
- 142 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 143 Ebenda.
- 144 CBS, 2018b.
- 145 Von 0,8 % des BIP 2002 auf 0,52 % 2015. Vgl. IMRA, 2016.
- 146 CBS, 2018b.
- 147 Roland Berger, 2016: 6 f.
- 148 Vgl. IIA, 2017a: 34.
- 149 UNESCO, 2015: 424.
- 150 MST/Republique Française, 2018.
- 151 Vgl. Felner, 2016.
- 152 CSRankings, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 153 UNESCO, 2015: 417.
- 154 Technion – Israel Institute of Technology, Hebrew University of Jerusalem, Bar-Ilan University, Tel Aviv University, Ben-Gurion University of the Negev, Ariel University. Vgl. CSRankings 2018.
- 155 Vgl. IAAI, k. D.
- 156 Vgl. auch Felner, 2016.
- 157 Singer, 2018.
- 158 The Rachel and Selim Benin School of Computer Science and Engineering, k. D.
- 159 Singer, 2018.
- 160 Vgl. IAAI, k. D.
- 161 Technion, 2017.
- 162 Technion, 2018.
- 163 Singer, 2018.
- 164 CHE, k. D.
- 165 Vgl. Singer, 2018.
- 166 CB Insights, 2017a (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 167 IMRA, 2016.
- 168 Economist, 2016.
- 169 IMRA, 2016.
- 170 Calcalist, 2017a.
- 171 Ebenda.
- 172 IIA 2017b: 6.
- 173 Vgl. Business Insider, 2018.
- 174 Vgl. Groth/Nitzberg, 2018: 126.
- 175 Vgl. Naar, 2018. Zitiert in: Groth/Nitzberg, 2018: 126.
- 176 World Economic Forum, 2018: 82–83 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 177 CBS, 2018a: 2.
- 178 Vgl. Messer-Yaron, 2014.
- 179 UNESCO, 2018.
- 180 Top 10 der KI-Investoren: Microsoft Accelerator, Office of the Chief Scientist of Israel (Israel Innovation Authority), JVP, Nielsen Innovate, OurCrowd, Magma Venture Partners, UpWest Labs, Aleph, Gilot Capital Partners and Horizons Ventures. Vgl. Singer, 2017.
- 181 Israel Innovation Authority, k. D.
- 182 IIA, k. D.
- 183 IIA, 2017: 34.
- 184 Ernst & Young, 2018: 125.
- 185 Globes, 2018a.
- 186 Bloomberg, 2018; Jerusalem Post, 2018.
- 187 IIA, 2017a: 14 f.
- 188 Ernst & Young, 2018: 124.
- 189 IDF, 2017.
- 190 Breaking News Israel, 2018.
- 191 Groth/Nitzberg, 2018: 126.
- 192 MoH, 2016.
- 193 ZEIT, 2017.
- 194 Calcalist, 2017b.
- 195 Vgl. IEEE, 2017: 24 f.



Vereinigte Arabische Emirate

Auf dem Weg zum Anwenderland mit zentraler Unterstützung des öffentlichen Sektors

- › KI und Technologie als Wegbereiter für eine diversifizierte Wirtschaft
- › Der erste Ansatz einer KI-Strategie in der Region, das erste KI-Staatsministerium weltweit
- › Fokus auf KI-Anwendungen durch die Nachfrage des öffentlichen Sektors sowie der strategischen Ausrichtung auf den Gesundheitsbereich
- › Kooperation mit Indien, um das gegenseitige Potenzial beider Märkte für KI zu erschließen
- › Ethische Fragestellungen spielen in den öffentlichen Überlegungen der Regierung keine Rolle

I.) Einleitung

Die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE), die ihren rasanten Aufstieg auf die internationale Bühne dem Öl- und Hochfinanzsektor verdanken, haben ihre Lehren aus den Wachstums- und Krisenzyklen einer global vernetzten Wirtschaft gezogen.¹⁹⁶ Vor diesem Hintergrund muss das Land seine Wirtschaft diversifizieren und im Wettbewerb mit technologisch fortgeschrittenen Nachbarn, wie Katar und dem Iran, bestehen. Im Oktober 2017 veröffentlichten die VAE die gro-

ben Züge einer KI-Strategie als eine der wichtigsten Initiativen des *UAE Centennial Plans* mit dem Ziel, die VAE bis 2071 „zum besten Land der Welt“ zu machen.¹⁹⁷ Laut Scheich Maktoum, Vizepräsident und Premierminister der VAE, bedeutet dies, künftigen Generationen „ein glücklicheres und besseres Leben, in einer besseren Umwelt, mit größeren Möglichkeiten und einer stärkeren Kommunikation mit der Welt“ zu ermöglichen.¹⁹⁸ KI kommt hierbei eine zentrale Rolle zu. Sie ist „die neue Welle“, auf die sich laut Scheich Maktoum alle „Dienstleistungen, Sektoren und zukünftigen

Infrastrukturen verlassen werden“.¹⁹⁹ Die VAE sind das erste Land im Nahen Osten, das die Ansätze einer KI-Strategie veröffentlicht hat, und das erste Land weltweit, das einen Staatsminister für KI benannt hat. Neben dem Bestreben, KI zum Erreichen der Vision 2071 einzusetzen und die Regierungsleistungen zu verbessern, zielt die Strategie darauf ab, die VAE als führend bei KI-Investitionen in unterschiedlichen Sektoren zu positionieren sowie einen neuen Markt für KI zu generieren. Wie all diese Ziele erreicht werden sollen, wird jedoch nicht konkretisiert. Trotzdem schätzt Accenture ein jährliches Bruttowertschöpfungspotenzial von 160 Mrd. Euro bis 2035 für die VAE.²⁰⁰ Im Rahmen der KI-Strategie wird die Regierung in neun Sektoren investieren: Verkehr, Gesundheit, Raumfahrt, erneuerbare Energien, Wasser, Technologie, Bildung, Umwelt und Verkehr. Die Strategie bettet sich in eine Reihe anderer relevanter nationaler Pläne und Strategien ein, die den VAE den Weg hin zu einer wissenschaftsbasierten Wirtschaft ebnet.²⁰¹

II.) Voraussetzungen für KI

Die KI-Ambitionen der Regierung stehen im Widerspruch zu den bisher ungünstigen Voraussetzungen des Lands mit Blick auf den Umfang vorhandener Datenpools, vorhandene Rechenleistung innerhalb des Lands und die Größe des Talentpools. Die geringe Einwohnerzahl der VAE spiegelt sich auch in einer relativ geringen Anzahl an Internetnutzern wider (2016: 8,4 Mio.), die unter den verglichenen Ländern nur in Israel (6,8 Mio.), Finnland (4,8 Mio.) und Singapur (4,5 Mio.) niedriger ist.²⁰² Gemessen am Open Data Barometer 2016 haben die VAE auch beim Zugang zu und der Qualität von öffentlichen Daten Aufholbedarf (nur vor China unter den verglichenen Ländern).²⁰³ Weiterhin befindet sich kein einziger der Top-500-Supercomputer gegenwärtig in den VAE.²⁰⁴ Obwohl das Land einen Fokus auf den Aufbau einer wissenschaftsbasierten Wirtschaft legt, befanden sich im ganzen Land weniger eingeschriebene Studenten in der tertiären Ausbildung als im kleineren Singapur.²⁰⁵ Laut CSRankings gibt es in den VAE zudem nur ein Institut, das seit 2016 aktiv in KI-Bereichen geforscht

hat. Entsprechend klein ist der KI-Talentpool einzuschätzen. Das sich dies in naher Zukunft ändern könnte, zeigt unter anderem der Start des landesweit ersten KI-Bachelor-Studiengangs der British University Dubai 2018.²⁰⁶ Zudem hat das Land erste KI-Sommercamps in Kooperation mit Firmen wie IBM und SAP veranstaltet²⁰⁷ und die Initiative „One Million Arab Coders“ initiiert,²⁰⁸ um den Pool qualifizierter Fachkräfte zu vergrößern.

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Die föderale konstitutionelle Erbmonarchie besteht aus sieben Emiraten, deren Exekutive das Kabinett ist. Im Oktober 2017 wurde das Kabinett im Zuge des größten „strukturellen Wandels“ in der Geschichte des Lands umgebildet und auf die Erreichung der Ziele des *Centennial 2071 Plan* hin ausgerichtet.²⁰⁹ Im Zuge dieser Reform wurden neue Ressorts ein- und strukturelle Änderungen an bestehenden Ressorts durchgeführt. Dies implizierte auch die Einrichtung des weltweiten ersten Staatsministeriums für KI, das Omar Al Olama übernommen hat.²¹⁰ Diese Umstrukturierungen begründen auch das frühe Stadium, in dem sich aktuell noch viele der relevanten Strategien der Regierung befinden. Im Zuge der nationalen KI-Strategie wurde im März 2018 die Einrichtung eines zehnköpfigen KI-Rats, ebenfalls unter der Leitung von Omar Al Olama, verabschiedet, der die Integration von KI in der Regierung und im Bildungssektor überwacht.²¹¹ Der neu aufgestellte Regierungsapparat spiegelt die Ambitionen des Lands wider und verspricht, die Handlungsfähigkeit zu erhöhen, um den technologischen Wandel im eigenen Land zu gestalten.

IV.) Forschung und Entwicklung

In keinem der untersuchten Länder fielen 2016 die absoluten Ausgaben für F & E geringer aus als in den VAE (3,1 Mrd. Euro, was rund einem Prozent des BIP entspricht). Von den F & E-Ausgaben wurden 60 Prozent aus dem Privatsektor finanziert. Dieser Wert ist in etwa vergleichbar

mit Frankreich (55 Prozent).²¹² 2017 wurden lediglich 108 zitierfähige Dokumente zu KI publiziert (letzter Platz unter den zwölf untersuchten Ländern)²¹³ und deren Einfluss blieb sehr begrenzt – während die VAE einen Wert von 29 auf dem H-Index erreichten, erzielten die USA einen Wert von 437.²¹⁴ Grund hierfür mag die Tatsache sein, dass seit 2016 nur ein universitäres Institut aktiv zu KI geforscht hat.²¹⁵ Die aktuelle Schwäche der Forschung steht im Kontrast zu den Ambitionen des Lands, die Scheich Maktoum folgendermaßen beschreibt: „Wir glauben, dass Wissenschaft, Technologie und Innovation den Fahrplan für den Aufbau zukünftiger Generationen darstellt.“²¹⁶

Forschungsbereiche und Instrumente

F & E findet in der bisher sehr knappen KI-Strategie der VAE keine Erwähnung. Dennoch weisen unterschiedliche Indizien darauf hin, dass das Land mithilfe von Wissenschaft KI im Gesundheitsbereich voranzutreiben plant.

Die wissenschaftlichen Prioritätsfelder der neuen Strategie zur Forschungsförderung 2031²¹⁷ zielen unter anderem darauf ab, alle strategischen natürlichen Ressourcen des Lands durch nationalen Kapazitätsaufbau, Förderung des nachhaltigen Energiesektors, Verbesserung der Wassersicherheit und Entwicklung eines fortschrittlichen wissenschaftlichen Ernährungssicherungssystems optimal zu nutzen. Die gesundheitlichen Herausforderungen sollen in den VAE durch ein nationales Wissenschaftssystem bewältigt werden – ohne dieses jedoch näher zu beschreiben. Hinzu kommen Anstrengungen, eine fortschrittliche Industrie zu entwickeln, ein System der logistischen Unterstützung auf der Grundlage wissenschaftlicher Studien und Daten aufzubauen sowie einen Komplex strategischer Industrien zu schaffen.²¹⁸ Obwohl in der Forschungsstrategie nicht speziell von KI die Rede ist, wurde mit dem *Inception Institutes for Artificial Intelligence* (IIAI) eine Einrichtung gegründet, die in der Grundlagen- und Anwendungsforschung in KI-Bereichen aktiv werden will. Im Bereich der Grundlagenforschung sind die derzeit geplanten Forschungsbereiche: *Deep Learning*, *Reinforcement Learning*, *Computer Vision* und *Natural Language Processing*. In der anwendungsorientierten Forschung taucht der

Gesundheitsbereich erneut als Priorität auf, mit den Bereichen *Video Understanding* und *Medical Imaging*.²¹⁹

Um dem weltweiten Führungsanspruch des Instituts gerecht werden zu können, will das IIAI Forschungsbedingungen auf neuestem Stand schaffen. Dies beinhaltet: 1) Freiheit in der akademischen Forschung, ohne den Druck von Stipendien und Lehre, 2) Zugang zu Daten, 3) ein modernes Rechenzentrum, 4) „extrem wettbewerbsfähige“ Anreize für Forscher.²²⁰

V.) Kommerzialisierung

Das volkswirtschaftliche Umfeld ist geprägt durch eine zentralisierte Regierung und eine klar stärkeren Gewichtung von Sicherheit, Schutz und Stabilität gegenüber der Privatsphäre und Freiheit des Einzelnen. Es gibt weder KI-Startups noch nennenswerte international durchsetzungsfähige KI-Patente.²²¹ Zwar werden in den wichtigen Wirtschaftssektoren des Lands Robotik und KI als wichtige Trends erkannt, wie auch das Beispiel des Jebel-Ali-Hafens in Dubai zeigt.²²² In den international vergleichenden Statistiken zum Einsatz oder der Herstellung von Robotern taucht das Land allerdings nicht auf. Der schwachen Ausgangsposition wird jedoch die Ambition entgegengesetzt, ein führendes KI-Anwenderland zu werden. Laut einer Umfrage von Accenture plant im nächsten Jahr die Hälfte der Führungskräfte in den VAE Investitionen in den Bereich KI, der damit an zweiter Stelle nach dem Internet der Dinge (58 Prozent) steht.²²³ Die größten Auswirkungen von KI werden in der Finanzdienstleistungs-, Gesundheits-, Transport- und Lagerindustrie erwartet.²²⁴ Um das Potenzial von Technologie für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu erschließen, hat die nationale Regierung ebenso wie die einzelnen Emirate, diverse Strategiepapiere in den vergangenen Monaten auf den Weg gebracht. Dabei wird sich zeigen müssen, ob die gesetzten Ziele realistisch sind und die Regierung die richtigen, größtenteils noch fehlenden Umsetzungsinstrumente identifiziert. Es zeichnet sich jedoch ab, dass KI als Teil eines ganzheitlichen Plans der wirtschaftlichen Entwicklung verstanden wird.²²⁵

Regulierungen und politische Zielsetzungen: Seit der Einführung des Konzepts im Jahr 1985 wurden in den VAE über 30 Sonderwirtschaftszonen (SWZ) ins Leben gerufen.²²⁶ Die 1999 gegründete Dubai Internet City, eine dieser SWZ, beheimatet heute Technologiefirmen wie Microsoft, Dell und IBM und ist der größte Hub für Informations- und Kommunikationstechnologie im Nahen Osten und Nordafrika.²²⁷ Es ist daher davon auszugehen, dass SWZ auch für die ökonomische Exploration von KI in den VAE eine zentrale Rolle spielen werden. Mit welchen Instrumenten KI-Kommerzialisierung in den genannten Anwendungsbereichen erreicht werden soll, bleibt vage. Die Vielzahl unterschiedlicher Strategien zeichnet ein erstes Bild eines vielschichtigen Zielsystems, mit dem die Regierung künftige Regulierungen ausrichten wird. Die Strategie zur Förderung der vierten industriellen Revolution verfolgt das Ziel, „die Position der VAE als globale Drehscheibe für die Vierte Industrielle Revolution zu stärken und ihren Beitrag zur Volkswirtschaft durch die Förderung von Innovationen und Zukunftstechnologien zu erhöhen.“ Neben den Initiativen auf nationaler Ebene haben auch die lokalen Regierungen der sieben Emirate Politiken auf den Weg gebracht. Insbesondere das Emirat Dubai hat nicht nur sektorspezifische, sondern auch technologiespezifische, strategische Zielsetzungen entwickelt. Dazu zählen autonome Verkehrssysteme, 3D-Druck und Daten. Die *Dubai Autonomous Transportation Strategy* zielt darauf ab, 25 Prozent des Verkehrs bis zum Jahr 2030 zu automatisieren und durch die Effizienzsteigerung im Transportwesen eine jährliche wirtschaftliche Rendite von 4,25 Mrd. Euro zu erzielen.²²⁸ Das wichtigste Ziel in der 3D-Druck-Strategie ist es, „bis 2030 sicherzustellen, dass 25 Prozent der Gebäude in Dubai auf 3D-Drucktechnologie basieren.“²²⁹ Die Datenstrategie der Regierung Dubais verfolgt das Ziel, eine Kultur des Datenaustauschs und der evidenzbasierten Entscheidungsfindung in Dubai zu entwickeln und umzusetzen.²³⁰ Dabei geht es vor allem um qualitativ hochwertige Daten. Im Bereich Cyber-Sicherheit verfolgt eine separate Strategie fünf Handlungsstränge: 1) Sensibilisierung der Öffentlichkeit, 2) Cyber-Innovation, 3) Cyber-Sicherheit, 4) Cyber-Resilienz, 5) nationale und internationale Zusammenarbeit.²³¹

Direkte Förderung von Unternehmen und Startups: Als einziges Element zur expliziten Förderung eines Ökosystems sieht der *Centennial 2071 Plan* die AREA 2071 vor. Diese wird verstanden als ein „Raum und Ökosystem, das darauf ausgerichtet ist, Unternehmen, Regierungen, Startups, Investoren, die Jugend und die Öffentlichkeit miteinander zu verbinden, um die Zukunft gemeinsam zu gestalten.“²³² Die Planungen und teilweise Umsetzung hierfür begannen bereits 2017. Ohne umfassendere Maßnahmen zur Unterstützung eines Startup-Ökosystems bleibt die Innovationskraft und damit Produktivität der eigenen Wirtschaft limitiert bzw. abhängig vom Einkauf innovativer Technologien aus dem Ausland. Damit riskiert das Land, seine Ambition zu verfehlen, ein führendes Anwenderland zu werden.

Staat als Nutzer: So sehr wie in keinem der anderen untersuchten Länder werden Innovation und der Einsatz neuer Technologien durch die Nachfrage des Regierungsapparats und des öffentlichen Beschaffungswesens gesteuert. Das unterstreichen auch die Ergebnisse einer Meinungsumfrage des Weltwirtschaftsforums, wonach die Regierung des Lands weltweit führend bei der Beschaffung fortschrittlicher Technologien ist und darüber gezielt Innovationsimpulse setzt.²³³ Dies spiegelt sich eindrücklich u. a. in dem Plan wider, bis zum Jahr 2020 die Einreisebeamten an Flughäfen durch künstliche Intelligenz zu ersetzen.²³⁴

Die zentrale Rolle des Staats als Nutzer von KI wird durch die Eckpunkte der KI-Strategie ebenso deutlich wie in der Strategie zur Förderung der „Vierten Industriellen Revolution“ oder dem *Blockchain Plan*, der wiederum vorsieht, „bis 2021 50 Prozent der staatlichen Transaktionen in eine *Blockchain*-Plattform zu überführen.“²³⁵ In der dritten der sechs Säulen der Strategie zur Förderung der Vierten Industriellen Revolution werden intelligente Regierungsleistungen und Smart Cities aufgeführt. Diese werden dabei als Grundlage für Zufriedenheit und Wohlbefinden der Bürger sowie ökologische Nachhaltigkeit und Verbesserung des menschlichen Lebensstils verstanden.²³⁶ Die Erfolgsbilanz der VAE in diesem Bereich ist

durchwachsen. Masdar City, einst Vorzeigemodell einer ökologischen wie smarten Stadt, ist auch nach zehn Jahren mehr Baustelle als Realität.²³⁷ Gleichzeitig gelten laut McKinsey Abu Dhabi und Dhabhi in der Region als führend, was die Stärke der Smart-City-Technologiebasis betrifft.²³⁸ Über das *eGateways* des Emirats Abu Dhabi (www.abudhabi.ae) werden bereits über 1.250 Regierungsleistungen in 18 Bereichen, wie etwa Verkehrswesen oder Immobilienwirtschaft, angeboten. In Dubai werden im *Smart Dubai Plan* WiFi-Hotspots ebenso vorgesehen wie vernetzte Technik zur Steuerung des Wasserverbrauchs und des Verkehrs. Zur Erschließung neuer Technologien für den öffentlichen Sektor wurde im Emirat Dubai zudem die Initiative *Dubai 10X* ins Leben gerufen, an der sich bereits 24 Regierungsstellen beteiligt haben.²³⁹

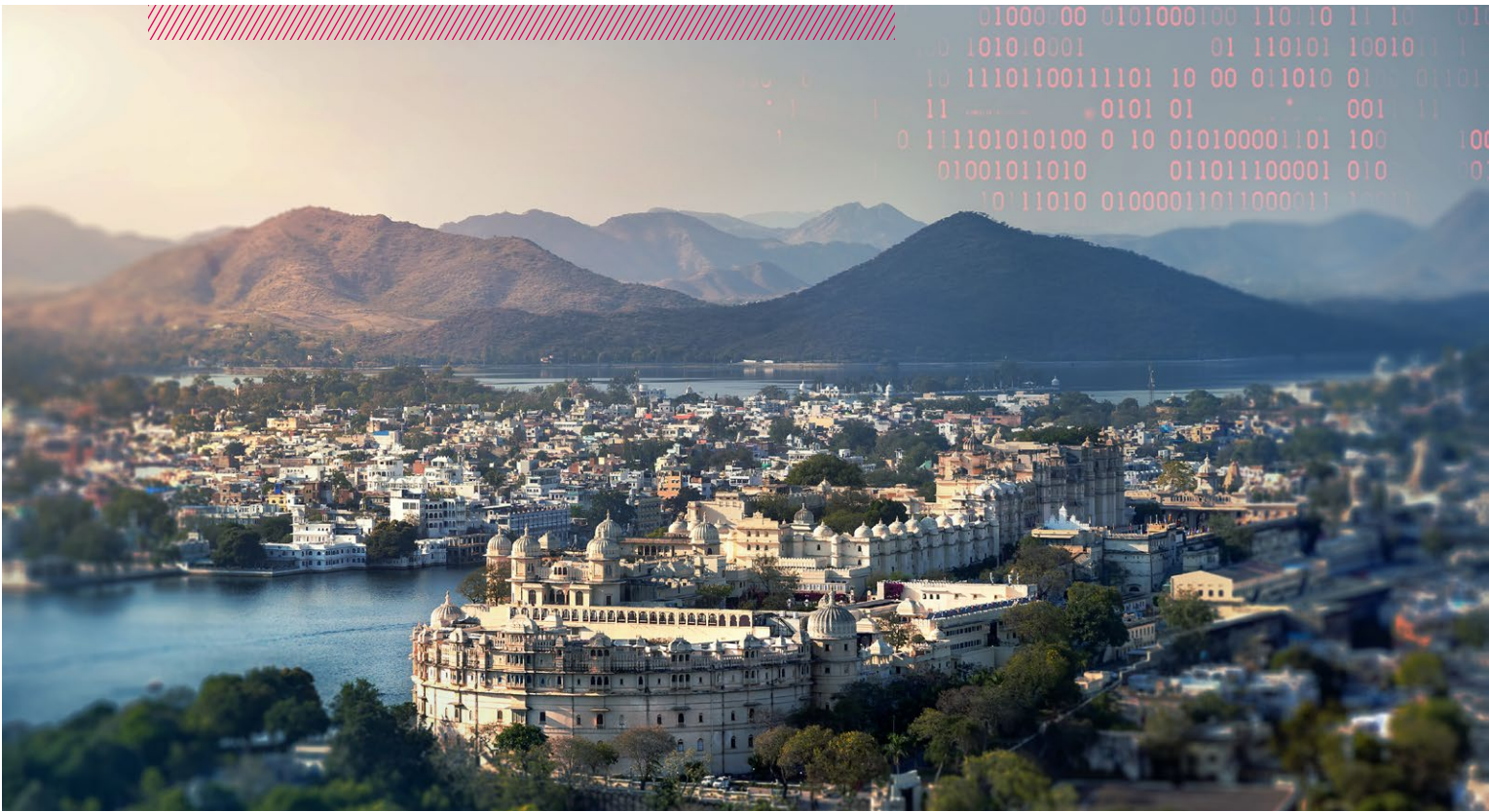
Dubai 10X:²⁴⁰

Während die Zahl 10 für den Anspruch Dubais steht, anderen Weltstädten zehn Jahre voraus zu sein, steht das X für „*Out of the Box Thinking*“. Die Initiative der *Dubai Future Foundation* sieht die Schaffung von „X-Units“ in jeder Behörde vor, die, ausgestattet mit ausreichend Ressourcen und Personal, das Ziel verfolgen, disruptive Innovation zu fördern und sogenannte *Moonshoot*-Lösungen für die Erreichung der eigenen Ziele zu entwickeln. Die anderen beiden Komponenten von *Dubai 10X* sehen vor, dass Behörden radikale Technologien skalieren und Partnerschaften mit Unternehmen und Startups eingehen. Regulatorische Hindernisse, die disruptiven Unternehmen für eine solche Partnerschaft im Wege stehe, sollen beseitigt werden.

Auch der *GovTech*-Preis unterstreicht die Bemühungen, Innovation und Technologie weltweit in Regierungsstrukturen zu integrieren.²⁴¹ Der Preis, der bereits in die fünfte Runde geht, wird jedes Jahr im Rahmen des *World Government Summit* vergeben, einer Veranstaltung in Dubai unter Vorsitz des Emirs von Dubai. Jedes Jahr entwickelt der Gipfel die nächste Generation von Regierungssystemen, wobei der Schwerpunkt auf Innovationen und Technologien für den öffentlichen Sektor liegt.²⁴²

Trotz der politischen Förderung sind der Kommerzialisierung von KI aufgrund der geringen Größe des Binnenmarkts Grenzen gesetzt. Vor diesem Hintergrund ist die Unterzeichnung eines Abkommens zwischen den VAE und Indien zu verstehen, um „die am schnellsten wachsende Marktchance der Welt, mit ihrem Talentpool an Humankapital, das für Innovationen anerkannt ist – und die VAE, ein Zentrum für Spitzentechnologien, zu verbinden.“²⁴³ Von dieser KI-Partnerschaft versprechen sich beide Seite wirtschaftliche Vorteile im Wert von 17,5 Mrd. Euro, die sich im nächsten Jahrzehnt materialisieren sollen.²⁴⁴ Wie bei der Vielzahl der oben genannten Strategien sind bei diesem Dokument konkrete Inhalte und spezifische Umsetzungsinstrumente jedoch noch nicht bekannt.

-
- 196 Groth, Nitzberg, 2018: 162.
- 197 UAE Cabinet.
- 198 Gulf Business, 2017.
- 199 Elsaadani, Hakutangwi, Purdy, 2018: 5.
- 200 Ebenda.
- 201 UAE Government, 2018.
- 202 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 203 Open Data Barometer, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 204 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 205 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index); Ranking, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 206 Achkhanian, 2018.
- 207 Masudi, 2018.
- 208 Dubai Future Foundation, 2017b.
- 209 UAE Government, 2018.
- 210 UAE Cabinet, 2017.
- 211 Zacharias, 2018.
- 212 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 213 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 214 Ebenda.
- 215 CSRanking.
- 216 Ministry of Cabinet Affairs & The Future, 2017: 4.
- 217 UAE Government, 2018.
- 218 Ebenda.
- 219 IIAI, 2018.
- 220 Ebenda.
- 221 Im Jahr 2017 stammten aus dem Land nur drei international durchsetzungsfähigen KI-Patente. Dabei handelte es sich bereits um den Spitzenwert in der Geschichte der KI-Patente aus den VAE. M-CAM, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 222 Dartnell, 2018.
- 223 Elsaadani, Hakutangwi, Purdy, 2018: 5–6.
- 224 Ebenda: 14.
- 225 Groth/Nitzberg, 2018: 162.
- 226 UAE Free Zones, 2018.
- 227 Ebenda.
- 228 Dubai Future Foundation, 2016b.
- 229 Dubai Future Foundation, 2016a.
- 230 Dubai Data, 2016.
- 231 Government of Dubai, Dubai Electronic Security Center, 2017: 19.
- 232 Area 2071, 2018.
- 233 World Economic Forum, 2017: 289–299 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
- 234 Malek, 2018.
- 235 UAE Government, 2018.
- 236 Ministry of Cabinet Affairs & The Future, 2017: 28.
- 237 Schulz, 2018.
- 238 Boland, et al. (2018): 10.
- 239 Dubai Future Foundation, 2017a.
- 240 Ebenda.
- 241 GovTech Prize, 2017.
- 242 World Government Summit, 2017.
- 243 Gulf News, 2018.
- 244 Ebenda.



Indien

KI für Jedermann

- › KI zur Verbesserung von Bildung, Gesundheit und anderen sozialen Bereichen
- › Fokus auf Institutionenaufbau zur Katalysierung von Synergien zwischen Wissenschaft und Industrie
- › Geplanter Aufbau von Multiakteurs-Institutionen als Knotenpunkte eines pan-indischen Netzwerks der Forschung (CORE) und Kommerzialisierung (ICTAI)
- › Bisher kaum Direktiven zur Umsetzung der KI-Strategie, keine Priorisierung von Bereichen der Grundlagenforschung

I.) Einleitung

Am 18. Februar 2018 eröffnete der indische Premierminister Narendra Modi das *Wadhvani Institute for Artificial Intelligence* der Universität Mumbai und äußerte sich optimistisch zur Rolle von KI bei der Lösung sozialer Probleme.²⁴⁵ Als größte Demokratie der Welt konzentriert sich die indische KI-Strategie, eingebettet sowohl in die größere Industriepolitik *Make in India*²⁴⁶ sowie die breitere *Digital-India*-Strategie,²⁴⁷ auf die Bereiche Armutsbekämpfung, Bildung, Gesundheit und universale Sprachverständigung. Bisher konnte das Land seine erheblichen Potenziale bei KI, wie

zum Beispiel seinen großen Pool qualifizierter Talente, noch nicht ausreichend ausschöpfen. So werden Microsoft und Google derzeit von Satya Nadella bzw. Sundar Pichai geleitet, die beide in Indien studiert hatten, anschließend aber in ein vielversprechenderes Umfeld gewechselt sind. Trotz Hürden gibt es aktuell in Indien aber bereits schon bedeutende Technologie-Dienstleistungsunternehmen, z. B. Infosys und Tata. Angesichts dieser Ausgangslage strebt die Regierung die Schaffung eines formalisierten, pan-indischen Netzwerks an, das die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie fördert und die KI-Wertschöpfungskette stärkt.

II.) Voraussetzungen für KI

Indien hat über 1,3 Mrd. Einwohner, von denen 2016 allerdings nur etwa 390 Mio. an das Internet angeschlossen waren.²⁴⁸ Das zeigt das Wachstumspotenzial für den inländischen Datenpool und für den Binnenmarkt für KI-Anwendungen. Zugleich graduieren jährlich schätzungsweise 480 Masterstudenten an Informatikinstituten mit KI-Bezug, verglichen mit über 7.000 in den USA und fast 2.000 in China (Deutschland ca. 410).²⁴⁹ Aufholbedarf gibt es auch bei der Verfügbarkeit von maschinenlesbaren und offen zugänglichen Daten: Hier landete das Land 2016 laut *Open-Data Barometer* nur vor China und den VAE auf Platz elf.²⁵⁰ Wenn sich diese Bereiche verbessern, werden umfangreiche Datensätze mit großen Stichprobengrößen das Potenzial für KI in Indien beschleunigen. Aber auch die geringe Datenverarbeitungskapazität ist bemerkenswert: Indien hat auch nur fünf der 500 besten Supercomputer der Welt, was weit entfernt ist von Chinas 206 und den 124 der USA.²⁵¹ Bei der Halbleiterproduktion ist das Land von internationalen Anbietern und zudem von ausländischer Rechenleistung abhängig.

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Bislang betten sich zwar die Ziele des sozialen Fortschritts durch KI in andere Regierungsprogramme ein. Diese nehmen ihrerseits jedoch kaum Bezug auf KI.

Institutionen, die Synergien zwischen Wissenschaft und Industrie formalisieren können, bilden den Schwerpunkt der indischen KI-Strategie, der *National Strategy for AI: #AIforALL*, die im Juni 2018 vom *Policy Think Tank* der Regierung (NITI Aayog) veröffentlicht wurde.²⁵² Obwohl die tatsächlichen Budgetausgaben für ihre Projekte unbekannt sind, wird #AIforALL voraussichtlich zeitnah umgesetzt. Es hat starke politische Zugkraft in Neu-Delhi, da es von hochrangigen Regierungsbeamten auf Bundesebene mitgetragen wurde – ein wichtiges Zeichen im föderalen indischen Staatssystem.

Die übergreifende Strategie wird stark von der föderalen Regierungsstruktur beeinflusst. Jeder Bundesstaat in Indien hat eine starke Regierung und der Zentralregierung fehlt es vielfach an Mechanismen, um bestimmte Politiken auf lokaler Ebene umzusetzen. Gesetze können zwar nur vom indischen Parlament erlassen werden, die Exekutiv- und Regulierungsbehörden verfügen aber in der Umsetzung über einen großen Ermessensspielraum. Die nationale KI-Strategie muss in Abstimmung mit dem Ministerium für Industrie und Technologie und der indischen Regulierungsbehörde für Telekommunikation umgesetzt werden. Allerdings sei darauf hingewiesen, dass im Jahr 2019 unter einem polarisierten politischen Klima in Indien allgemeine Wahlen abgehalten werden, die die Prioritäten des Regierungsapparats beeinflussen könnten.

Das bereits erwähnte Programm *Digital India* wurde zwar im jüngsten Haushalt mit fast 420 Mio. Euro von der Zentralregierung ausgestattet.²⁵³ Allerdings konzentriert es sich hauptsächlich auf die Entwicklung der Telekommunikationsinfrastruktur und hat noch keinen programmatischen Ansatz für die spezifische Einführung von KI. Auch das Programm *Make in India*, das vor allem auf Industriepolitik und Exportförderung abzielt, erwähnt KI nicht in substantieller Weise.²⁵⁴

Führende indische Universitäten sowie Industrieunternehmen haben jeweils mehrere Konferenzen veranstaltet, um das Potenzial von KI für Indien zu diskutieren. Diese Veranstaltungen fanden allerdings unabhängig voneinander statt. So hat beispielsweise ein einflussreiches Wirtschaftskonsortium, die *Confederation of Indian Industry*, im Juli 2018 den *Indian Innovation Summit: India. ai* ausgerichtet. Die über 70 Redner auf dem Gipfel waren jedoch fast ausschließlich Vertreter aus der Wirtschaft und der Regierung. Aus der Zivilgesellschaft hat kein Vertreter gesprochen und aus dem Bereich der Wissenschaft haben es nur zwei Akademiker auf die Tagesordnung geschafft: der Direktor des indischen *National Centre for the Arts* und ein brasilianischer Professor von der Universität São Paulo.²⁵⁵

IV.) Forschung und Entwicklung

2015 hat Indien rund elf Milliarden Euro für F & E ausgegeben, was 0,6 Prozent des BIP entspricht. Indien investiert damit den niedrigsten Prozentsatz unter den hier verglichenen Ländern.²⁵⁶ Dies übersetzt sich entsprechend in die geringste Anzahl von Forschern pro einer Mio. Einwohner (156).²⁵⁷ Infolgedessen war die KI-Forschungsleistung aus Indien bei allen Indikatoren schwach. Zwischen 2016 und 2018 gab es laut CSRankings an 15 Instituten etwa 70 Professoren, die aktiv zu KI forschten, und schätzungsweise 200 Doktoranden.²⁵⁸ Bei den zitierfähigen Publikationen in KI-Bereichen fällt eine hohe Quantität auf, die sich jedoch nicht mit entsprechender Qualität deckt. So liegt Indien beispielsweise im weiten Feld der Informatikanwendungen sowie in den KI-fokussierten Bereichen *Computer Vision* und *Pattern Recognition* bei der Anzahl der zitierbaren Dokumente (2.223) nur hinter China (6.214) und den USA (4.673).²⁵⁹ Gemessen am H-Index kommt es damit im Qualitätsvergleich aber nur auf Platz zehn unter den zwölf untersuchten Länder (vor Finnland, aber hinter Südkorea).²⁶⁰ Dies ist auf Rigiditäten im akademischen System und den Prozess der Vergabe von Forschungszuschüssen in Indien zurückzuführen, der stark administrativ und langsam ist und dadurch Anreize für weniger riskante und weniger wirkungsvolle Forschung setzt.

Forschungsbereiche und Instrumente

Die KI-Strategie zielt auf die Schaffung von zwei Arten von Netzwerken: einerseits Forschungsexzellenzzentren für KI (COREs), andererseits Internationale Zentren für Transformativ KI (ICTAIs). Die COREs werden an technischen Universitäten angesiedelt sein und sich auf die Förderung und Finanzierung der KI-Grundlagenforschung konzentrieren. Die ICTAIs hingegen werden eng mit den Industrieunternehmen zusammenarbeiten, um die Forschung zur Schaffung kommerzieller Anwendungen zu nutzen. Unter Verwendung eines cloudbasierten Pools robuster Daten, zu denen COREs und ICTAIs beitragen und auch daraus schöpfen werden, sollen diese Zentren ein Netzwerk bilden, dessen Skaleneffekte über die Zeit zunehmen. Diese Cluster aus Forschung und

Industrie würden skalierbare Wissenstransfersysteme ermöglichen und die nötige Dynamik erzeugen, um eine Grundlage für den Start einer heimischen KI-Industrie zu schaffen.

Gemäß der indischen nationalen KI-Strategie von 2018 sollen COREs und ICTAIs unter dem Dach des *Centre for Studies on Technological Sustainability* (CSTS) zusammenarbeiten, das damit dafür sorgen soll, dass Wissenschaft und Industrie sich parallel zueinander bewegen. Um alle wichtigen Universitäten in einem solchen „Hub-and-Spoke“-Modell abzudecken, bräuchte Indien idealerweise etwa zwei Dutzend COREs, wovon jedes in einem Zeitraum von fünf Jahren etwa acht Mio. Euro kosten würde. Die Kosten der ICTAIs werden auf 40 Mio. Euro im selben Zeitraum geschätzt, die jedoch teilweise von Beiträgen des Privatsektors getragen werden können, was die Strategie optimistisch sieht.

Der wichtigste Kanal für die Verbesserung der KI-Forschung ist die Stärkung und Ausstattung der Forscher. Die Strategie erkennt an, dass in dem sich schnell verändernden Feld KI die universitäre Forschung nach einem *Fast-Failure*-Modell arbeiten muss. Forschern soll so ermöglicht werden, frühzeitig und reibungslos von einem gescheiterten Projekt wegzugehen, Risiken einzugehen und Grenzen zu überschreiten. Wie bereits erwähnt fehlt es an leistungsstarken oder hochwertigen KI-Forschern mit Sitz in Indien und auch die thematischen Schwerpunkte der KI-Forschung sind noch unklar. Um der geringen Verfügbarkeit von *Rich Data* zu begegnen, empfiehlt es sich, einen cloudbasierten Pool robuster Daten zu nutzen, den COREs und ICTAIs nutzen, zu dem sie aber auch beitragen. Auf diese Weise generieren die Zentren einen gegenseitigen Nutzen und bilden ein Netzwerk mit steigenden Skalenerträgen, die das Potenzial für die Generierung hochwertiger Daten maximieren.

#AIforALL – Indische Vorschläge für ethische KI: Hohe politische Priorität für Premierminister Modi und seine Regierung genießt die Bereitstellung eines sozialen Sicherheitsnetzes für die arme Bevölkerung Indiens.

Viele Programme fallen unter das Rahmenprogramm „*Sabke saath, sabke vikas*“, was übersetzt etwa „Selbstbestimmung für alle Teile der Gesellschaft“ bedeutet. So konzentriert sich auch die indische KI-Strategie darauf, KI in Bereiche zu lenken, die für den sozialen Fortschritt relevant sind. Dazu gehören Bildung, Gesundheitsversorgung, Hygiene und die Bekämpfung der Korruption. Indien hat sich als stimmberechtigtes Mitglied der G-77-Koalition auch in internationalen Foren zu diesen Themen geäußert.

Zudem will die Strategie besser indische KI-Forscher im Land binden. Ein nationales KI-Stipendienprogramm wird derzeit geprüft, um die zahlreichen Doktoranden anzuziehen, die im Ausland arbeiten und Verbindungen zu Indien haben.²⁶¹ Allerdings sind diese Teile des Vorschlags nur kurz beschrieben und bleiben hinsichtlich ihrer tatsächlichen Umsetzung unklar. Viele der Details der indischen KI-Strategie müssen zudem noch durch den politischen Prozess Indiens festgelegt werden, der oft intransparent sein kann. Ein Beispiel für unklare Empfehlungen sind die potenziellen Forschungsbereiche für COREs. Diese sollen sich auf Bereiche mit hohem Potenzial in der KI-Grundlagenforschung konzentrieren. Die Strategie listet aber praktisch alle Komponenten der KI-Forschung auf, ohne dabei eine Priorisierung vorzunehmen: „Mögliche KI-Fokusbereiche für COREs könnten sein: a) *Sensory AI* (u. a. *Computer Vision*, IoT), b) *Physische KI* (u. a. Robotik, Industrie-Automatisierung), c) *Kognitive KI* (*Natural Language Processing*, Fortbildung), d) *Allgemeine KI*, e) *Lernen mit hoher Präzision auf Basis kleiner Datensets*, f) *Forschung zu neuen Algorithmen* (etwa Fortschritt bei Kryptographie, Sicherheit), *Datensets* und g) *Erklärbare KI*. Dabei kann ein CORE entscheiden, an einer oder mehrerer [sic!] der Fokusbereiche zu arbeiten.“²⁶²

Indien könnte eine stärkere KI-Strategie formulieren, wenn es die Liste möglicher Bereiche an den Kontextrealitäten orientieren würde. Beispielsweise würde *natural language processing* in lokalen indischen Sprachen die Zusammenarbeit

mit Interessengruppen auf subnationaler Ebene erfordern, da indische Bürger in über 20 Regionen des Lands unterschiedliche Muttersprachen sprechen. Dadurch hat Indien bereits einen komparativen Vorteil bei der Schaffung kognitiver KI, die auf lokale Kontexte abgestimmt ist, was für einen Forscher in den USA oder China schwierig replizierbar wäre.

V.) Kommerzialisierung

Im Mittelpunkt der KI-Kommerzialisierung stehen die ICTAIs. Diese sollen als Industriebeschleuniger (*accelerators*) fungieren, um die Gründung erfolgreicher Unternehmen zu katalysieren und die Grundlagenforschung anzuwenden. Die Motivation für die Kommerzialisierung von KI ist die Lösung sozialer Probleme, wie von Premierminister Modi formuliert wurde. Der Fokus der ICTAIs ist auf folgende fünf Bereiche gerichtet: Gesundheitswesen, Landwirtschaft, Bildung, intelligente Städte und intelligente Mobilität/Verkehr.²⁶³ In jedem Bereich wird intensiv darauf hingearbeitet, die Erschwinglichkeit und Qualität für wirtschaftlich schwächere Teile der Gesellschaft zu erhöhen. Dies ist einzigartig, da fast alle anderen Länder den Blick ihrer KI-Strategie zunächst stärker auf Wirtschaftswachstum richten und weniger auf den Wohlstand und die Emanzipation breiter Bevölkerungsteile.

Seit den wirtschaftlichen Liberalisierungsreformen von 1991 hat sich in Indien ein einflussreicher und geschickter Privatsektor entwickelt, der weitgehend den Marktkräften und nicht mehr Regierungsdiktaten folgt. Dieser trifft jedoch auf eine schwache KI-F & E-Landschaft, wodurch die Kommerzialisierung von KI hinter ihrem Potenzial zurückbleibt. Laut einer Studie von Roland Berger und Asgard gibt es in Indien nur 82 KI-Startups (2017), während es in den USA fast 1.400, in Deutschland 106 oder in Singapur 35 gibt.²⁶⁴ Keines der indischen Startups gehört zu den Top 100 der einflussreichsten KI-Startups.²⁶⁵ Diese geringe Zahl, insbesondere im Vergleich zur Gesamtgröße des Lands, führt zu einem geringen Anteil an KI-Patenten, die international durchsetzungsfähig sind. Zwischen 2015 und 2017 stamm-

ten durchschnittlich nur 0,4 Prozent der internationalen durchsetzungsfähigen KI-Patente aus Indien, weniger kamen nur aus Singapur.²⁶⁶ Auch die Anzahl der installierten Industrieroboter pro 10.000 Mitarbeiter in der Fertigungsindustrie ist als Indikator für den Automatisierungsgrad der Wirtschaft unter den hier verglichenen Ländern am niedrigsten (drei gegenüber 631 in Südkorea oder 309 in Deutschland).²⁶⁷

Unterstützung von Startups und Firmen: Im

Moment sind nur geringe Fortschritte indischer Unternehmen und Startups bei der KI-Kommerzialisierung zu erkennen²⁶⁸ und selbst große Technologieunternehmen wie Infosys und Tata Services sind dabei keine Ausnahme. Auch die von diesen Unternehmen angekündigten Projekte²⁶⁹ erscheinen gegenwärtig wenig innovativ, allerdings ist es noch zu früh, um deren Erfolg oder Misserfolg zu beurteilen. Aktuell werden indische KI-Startups zwar von den meisten Pendanten der hier verglichenen Länder in den Schatten gestellt, haben aber in Teilen des indischen Markts Widerstandsfähigkeit gezeigt und bergen noch immer ungenutzte Wachstumspotenziale. Zum Beispiel hat das Startup Sigtuple Technologies in Bangalore, das KI einsetzt, um medizinische Tests präzise und kostengünstig zu lesen, im Jahr 2017 fünf Mio. Euro an Fördermitteln der Serie A und weitere 16 Mio. Euro an Fördermitteln der Serie B Anfang 2018 eingesammelt.²⁷⁰ In einem Land, in dem es in vielen Regionen einen gravierenden Mangel an Ärzten gibt, hat ein Startup, das helfen kann, diese Lücke zu geringen Kosten zu schließen, ein hohes Potenzial an Skalierbarkeit. Diese Startups werden typischerweise von kleineren Risikokapitalfonds, wie etwa Endiya Partners, finanziert, die allein 25 Mio. Euro in Startups investiert haben, die in den Bereichen *Big Data*, *Internet of Things* und sensorische KI arbeiten.²⁷¹ Obwohl es solche Fonds gibt, machen die meisten indischen KI-Startups keine signifikanten Fortschritte bei der Finanzierung der Serie A oder B.

Im Jahr 2016 startete das Ministerium für Handel und Industrie ein Programm zur direkten Unterstützung von Startups (*Startup India*). Zu den Vorteilen gehören die beschleunigte Patentanmeldung, Steuervorteile und die vereinfachte

Anmeldung für Freigaben und Genehmigungen.²⁷² *Startup India* verfügt auch über einen Investmentfonds in Höhe von fast einer Milliarde Euro, wobei der für KI-Startups vorgesehene Anteil nicht erwähnt wird. Indien hat zudem proaktiv bilaterale Abkommen im Zusammenhang mit der Kommerzialisierung von KI unterzeichnet, so etwa mit den VAE im Juli 2018, um in den nächsten zehn Jahren über 17 Mrd. Euro volkswirtschaftliche Wertschöpfung durch KI zu generieren.²⁷³

Inzwischen haben Google, Microsoft, Bosch Engineering und viele andere in Indien erhebliche Investitionen in KI getätigt, um die große potenzielle indische Kundenbasis zu erreichen.²⁷⁴ Es gibt sicherlich Grund zum Optimismus für die Zukunft von KI-Startups in Indien, aber es bleibt abzuwarten, ob sie in den kommenden Jahren große Investitionen internationaler Wettbewerber ausmanövrieren können.

Regulierung: In der KI-Strategie selbst wird die Frage der Regulierungsreform nicht direkt behandelt. Genannt wird aber einerseits die Notwendigkeit bestehende Datenarchive zu kommentieren, um sie maschinenlesbar zu machen. Andererseits werden Vorschriften für kommerzielle Anwendungen von Online-Benutzerdaten und Datenschutz als notwendig identifiziert. Indiens erste nationale Telekommunikationspolitik wurde 1994, kurz nach der wirtschaftlichen Liberalisierung, gegründet.²⁷⁵ Die jüngste Aktualisierung dieser Politik wurde vom indischen Kabinett im September 2018 unter dem Namen *National Digital Communications Policy* (NDCP) verabschiedet. Das NDPC zielt darauf ab, rund 90 Mrd. Euro an Investitionen des privaten Sektors anzuziehen, obwohl hier nicht klar ist, wie sehr sich der NDPC auf KI-basierte Technologien konzentriert.²⁷⁶ Indien könnte von der Schaffung eines maßgeschneiderten regulatorischen Rahmens für die Kommerzialisierung von KI profitieren. Seit dem Gesetz zu *Special Economic Zones* (SEZ) von 2005 nutzt die indische Regierung das SEZ-Modell zur Förderung bestimmter Industrien.²⁷⁷ In Zukunft könnte dieses Modell auch zur Schaffung regulatorischer Sonderzonen (*sandboxes*) für die KI-Kommerzialisierung genutzt werden. Die indischen Sonderwirtschaftszonen ste-

hen jedoch vor der großen Herausforderung, nur schwach mit der übrigen Wirtschaft verbunden zu sein. Zugleich gibt es Vorwürfe von Korruption und dass sie Steuerstreitigkeiten schaffen.²⁷⁸

Große *Social Media*-Unternehmen wie Facebook bereiten sich auf eine negative Erwähnung im indischen politischen Diskurs bei den anstehenden Wahlen vor, die als Stresstest für die KI-generierte Filterung von Online-Missbrauch und -Belästigung dienen könnte.²⁷⁹

Staat als Anwender: Die indische KI-Strategie erwähnt auch die Möglichkeit der Regierung als Nutzer von KI, ohne jedoch weitere Details oder Erklärungen anzugeben. Mit dem starken Fokus

auf die Verbesserung des Wohlstands durch KI muss sich die bürokratische Struktur der Regierung anpassen, um KI zu integrieren, aber viele Grundvoraussetzungen sind noch nicht gegeben. Wie bereits erwähnt sind viele der Datenspeicher der indischen Regierung noch nicht kommentiert und einige Datenpunkte sind noch nicht maschinenlesbar. Damit die Regierung mit der Nutzung von KI beginnen kann, wäre der erste Schritt, Bereiche zu identifizieren, in denen es möglich ist, kurzfristig KI-Ausschreibungen durchzuführen, damit sich die bürokratische Struktur an die Nutzung von KI zur Rationalisierung verschiedener Prozesse gewöhnen kann. Bis diese Fragen geklärt sind, ist die indische Regierung nicht gut gerüstet, um KI in großem Stil zu nutzen.

245 Government of India, 2018a.

246 Government of India, 2018b.

247 Government of India, 2018c.

248 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

249 CSRankings, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

250 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

251 Top500.org (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

252 NITI Aayog, 2018.

253 Mukherjee, 2018.

254 PTI, 2018a.

255 Confederation of Indian Industry, Government of Karnataka, 2018.

256 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

257 Ebenda.

258 CSRankings, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

259 SJR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

260 Ebenda.

261 Goyal, 2018.

262 NITI Aayog, 2018.

263 IANS, 2018a.

264 Asgard Human Venture Capital/Roland Berger, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

265 CB Insights, 2017b (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

266 M-Cam, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

267 IFR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).

268 Velayanikal, 2018.

269 Hebrar, 2018.

270 J, 2018.

271 Balaji, 2018.

272 Ministry of Commerce and Industry, 2018.

273 The National, 2018.

274 Cumming, 2018.

275 Government of India, 2016.

276 PTI, 2018b.

277 Tantri, 2013.

278 PTI, 2018a.

279 IANS, 2018b.



Singapur

Wie ein Startup denken und handeln

- › Förderung der Grundlagenforschung nicht nur in technischer Hinsicht, sondern auch im Bereich ethisch-gesellschaftlicher Fragestellungen
- › Bei *100Experiments* können Unternehmen Problemstellungen einreichen, für die es keine standardisierte KI-Lösung gibt, und werden an KI-Entwickler vermittelt
- › Verständnis für KI in der Bevölkerung durch das Schulungsprogramm *AI for Everyone*
- › Initiative *Accreditation@SGD* bietet maßgeschneiderte Beratung in den Bereichen der technischen Anwendung für Unternehmen in frühen Wachstumsphasen

I.) Einleitung

In den vergangenen Jahren hat Singapurs Regierung deutlich gemacht, wie ernst sie es mit der Förderung von KI meint. Mit der Ambition, sich einen festen Stand auf der globalen Landkarte der KI-Standorte zu verschaffen, etablierte die *National Research Foundation* (NRF), eine dem Premierminister untergeordnete Behörde, 2017 die nationale Initiative *AI Singapore*, um die Kapazitäten Singapurs im Bereich der KI zu verbessern und die Zukunft der digitalen Wirtschaft des Lands voranzutreiben.²⁸⁰ Mit einer Investitionssumme von rund 130 Mio. Euro soll die NRF alle in Singapur ansässigen Forschungseinrichtungen sowie das KI-Ökosystem der

Unternehmen und Startups zusammenbringen, um das Wissen, die Werkzeuge und die Talente im Bereich der KI zu katalysieren, zu bündeln und zu stärken.²⁸¹ Im internationalen Vergleich ist es zumindest fragwürdig, ob Singapur durch ein KI-Förderprogramm und 130 Mio. Euro zum Vorreiter bei KI werden wird. Allein ein einziges KI-Förderinstrument in China ist ein Industrieinvestitionsfonds von 15 Mrd. Euro.²⁸² *AI Singapore* verfolgt einen auf Anwendung und Kommerzialisierung ausgerichteten Ansatz, da die Initiative insbesondere dazu beitragen soll, „die Verbindungen zwischen Industrie und Forschung zu stärken und damit sicherzustellen, dass die KI-Forschung den Bedürfnissen der Industrie gerecht wird.“²⁸³

II.) Voraussetzungen für KI

Aufgrund der geringen Einwohnerzahl des Lands ist die Anzahl der aktiven Internetnutzer unter den verglichenen Ländern am geringsten.²⁸⁴ Was die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit öffentlicher Daten angeht, schneidet das Land gemäß dem Open Data Barometer 2016 nur halb so gut ab wie Großbritannien.²⁸⁵ Entsprechend begrenzt ist diese Datenquelle zum Datamining.²⁸⁶ Dafür hat sich das Land als strategischer Standort für die Datenzentren der Nachbarländer etabliert. So befindet sich die Hälfte der südostasiatischen Datenzentren in Singapur.²⁸⁷ Mit der geschätzten Anzahl von rund 525 KI-Masterstudenten liegt das Land auf dem sechsten Platz der hier untersuchten Länder. In das Verhältnis gesetzt zu der geringen Einwohnerzahl ist dieser Wert bemerkenswert.²⁸⁸ Weiterhin befinden sich zwar auch nur zwei der Top-500-Supercomputer weltweit in Singapur, doch auch hier ist dieser Wert in Relation zu der geringen Einwohnerzahl beachtlich.²⁸⁹ Die Halbleiterindustrie hat das Wachstum des Stadtstaats im vergangenen Jahr stark vorangetrieben. Die Halbleiterproduktion ist nach Angaben des *Economic Development Board* 2017 um 48 Prozent gestiegen,²⁹⁰ was das Land jedoch noch nicht zum globalen Standort in diesem Sektor macht.²⁹¹ Die von der Regierung geschaffenen technologiefreundlichen Voraussetzungen, insbesondere im Verhältnis zur Größe des Lands, werden auch von privatwirtschaftlichen Akteuren wahrgenommen, die das Land immer mehr als Innovationsstandort sehen.²⁹² Das Tieftechnologieunternehmen *DataRobot* hat beispielsweise angekündigt, 13 Mio. Euro als Teil seiner Expansionspläne in Singapur zu investieren.²⁹³

III.) Institutionelle Rahmenbedingungen

Die Regierung sieht technischen Fortschritt und die Förderung von KI als entscheidend für die Entwicklung des Lands an:²⁹⁴ „Singapur muss wie ein Startup denken und handeln, um als kleiner offener Stadtstaat zu überleben“²⁹⁵, sagte der Minister für Kommunikation und Information S. Iswaran. Diese Vorstellung wird durch zahlreiche Initiativen umgesetzt:

Durch die *Smart-Nation*-Initiative will die Regierung Investitionen in und den Einsatz von technologischer Infrastruktur lenken, um die Kommerzialisierung durch die Entwicklung realitätsnaher und zielgruppenorientierter Lösungen zur Bewältigung städtischer Herausforderungen zu unterstützen. Dabei beruft sich die Initiative auf den *Digital Government Blueprint*, den *Digital Readiness Blueprint* und den *Digital Economy Framework for Action*.²⁹⁶ Letzterer fokussiert auf vier Grenztechnologien: KI, Cybersicherheit, immersive Medien (wie *Virtual Reality*) sowie *Internet of Things*.²⁹⁷ Die *Smart-Nation*-Initiative genießt höchste politische Priorität und wird vom *Smart Nation and Digital Government Office* im Büro des Premierministers koordiniert sowie von anderen Regierungsbehörden unterstützt.²⁹⁸

Die ressortübergreifende Initiative *AI Singapore* komplettiert Singapurs Ambitionen im Bereich der Technologieförderung. Teilnehmende an *AI Singapore* sind die *National Research Foundation* (federführend), das *Smart Nation and Digital Government Office* (SNDGO), das *Economic Development Board*, die *Infocomm Media Development Authority* (IMDA), das staatliche Unternehmen *SGInnovate*, das Deep-Tech-Startups fördert, sowie der führende IT-Analyst im Gesundheitswesen *Integrated Health Information Systems*.²⁹⁹ Durch *AI Singapore* soll KI zur Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen beitragen, das Humankapital auf den technologischen Wandel im Sinne der KI sowie die Adoption und den Gebrauch von KI durch die Industrie vorbereiten. Konkret besteht die Initiative aus folgenden Programmen: *Fundamental Research*, *Grand Challenge*, *100Experiments*, *AI Apprenticeship*, *AI For Industry* und *AI For Everyone*.³⁰⁰

IV.) Forschung und Entwicklung

Die gute Ausbildung der Einwohner und F & E sind wichtige Bestandteile der Politik zur Förderung der Wettbewerbsfähigkeit und des Wirtschaftswachstums. Mit etwa 6.729 auf eine Millionen Einwohner weist Singapur eine hohe Dichte an Wissenschaftlern auf, insbesondere im Vergleich zu den anderen hier untersuchten Ländern (USA: 4.255, China: 1.096).³⁰¹ Die Regierung

setzt finanzielle Anreize für kleine und mittlere lokale Unternehmen, sich bei F & E einzubringen und damit bei der Entwicklung von Innovationen zu unterstützen.³⁰² Insgesamt gab das Land 2016 5,9 Mrd. Euro für F & E aus, was etwa 2,1 Prozent des BIP entspricht (BIP-Anteil vergleichbar mit Frankreich, etwa halb so groß wie Israel).³⁰³ Etwa 53 Prozent der Investitionen kommen aus dem Privatsektor, während in China und Japan knapp 80 % der F & E Investitionen aus dem Privatsektor stammen. Dies vermittelt den Eindruck, dass die Forschungsimpulse in Singapur insbesondere vom Staat gesetzt werden, was dem Vorhaben der Entwicklung anwendungsbezogener Innovation im Grunde widerspricht. Auch der größte Teil der KI-Forschung wird von staatlichen Stellen finanziert: NRF, Bildungsministerium, *A*Star Science* sowie *Engineering Research Council*.³⁰⁴ Schätzungsweise 225 Doktoranden graduieren jährlich in KI-Bereichen, womit Singapur in Anbetracht der geringen Einwohnerzahl konkurrierende Länder übertrifft.³⁰⁵ Dennoch haben wissenschaftliche Veröffentlichungen bisher wenig Einfluss über die Grenzen Singapurs hinaus. Gemessen am H-Index, der für den Bereich der KI in Singapur 125 beträgt, liegt es weit abgeschlagen hinter Ländern wie den USA (437) oder Deutschland (186).³⁰⁶

Forschungsbereiche und Instrumente

Um bestehende Defizite der nationalen KI-Forschung zu adressieren, wurden verschiedene Programme initiiert – sowohl zur Verbesserung der Deckung der Bedarfe von Industrie und Forschung als auch zur Förderung wissenschaftlichen Nachwuchses. In der Vergangenheit lag der Fokus der KI-Forschung in Singapur auf Anwendungen im Gesundheitswesen und in der Robotik, während sich die Forschungsrichtungen auf grafische Modelle, neuronale Netze und *Fuzzy Systems* konzentrierten. Die Forschungsschwerpunkte haben sich in den letzten Jahren größtenteils den Strategien von *Smart Nation* und *AI Singapore* angepasst.³⁰⁷

Durch das kürzlich gebildete *Singapore Data Science Consortium* versuchen NRF, Universitäten sowie die *Agency for Science, Technology and Research* Forschungspartnerschaften zwischen

Institutionen der höheren Bildung, Forschungsinstituten und Industrie zu schaffen, um Technologien für praxisorientierte Herausforderungen nutzbar zu machen.³⁰⁸

Im Zuge des Erhalts eines Forschungszuschusses des NRFs und der IMDA in Höhe von 2,8 Mio. Euro wurde von der *Singapore Management University* ein fünfjähriges KI-Forschungsprogramm etabliert, wobei drei Forschungsbereiche besondere Beachtung finden: KI und Gesellschaft, KI und Industrie sowie KI und Kommerzialisierung. Durch kritische und interdisziplinäre Perspektiven soll dazu beigetragen werden, Brücken zwischen Akademie, Industrie und Regierung zu bauen.³⁰⁹ Diese Forschungsschwerpunkte werden von Forschungseinrichtungen in anderen Ländern ebenso betrachtet, doch mit einer Fördersumme von 2,8 Mio. Euro kann die *Singapore Management University* finanziell nicht mit den Forschungsbudgets von Instituten anderer Nationen mithalten. So stellt etwa die *Academy of Finland* rund 13 Mio. Euro für die Forschung im Bereich des *Machine Learning* und KI-Anwendungen in der Physik und den Ingenieurwissenschaften bereit.³¹⁰

Das *AI-Singapore*-Programm *Fundamental Research* unterstützt Grundlagenforschung und versucht, bestehende Forschungslücken zu füllen. Dazu zählt die rein technische Forschung, etwa an Bilderkennungsalgorithmen, aber auch Forschung zu sozialen Auswirkungen von KI und ihrem gesellschaftlich verträglichen Einsatz.³¹¹ Die Forschungszuschüsse werden mittels einer Ausschreibung verteilt. Es konnten sich Individuen sowie Forschungsinstitutionen auf Zuschüsse bis zu 632.000 Euro bewerben.³¹² Bei den Vorschlägen sollte der Schwerpunkt auf Methodik und Algorithmen insbesondere im Bereich *Deep Learning* und nicht auf sektorspezifischen Lösungen liegen.³¹³ Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie liegen keine Empfängerentscheidungen vor.

Mit dem Programm *Grand Challenges* sollen gemeinsam mit der Öffentlichkeit neue, innovative Ideen in drei langfristigen Schwerpunkten gefördert werden: Gesundheitswesen, Stadtlösungen und Financial Technology (kurz: Fin-

Tech).³¹⁴ Kriterien für eine Grand Challenge sind: Inspiration (für Forscher, Anwender und Öffentlichkeit), Messbarkeit (Erfolgskriterien) sowie Wirkung (Lösungen, die vielen Menschen zugute kommen).³¹⁵ Die Förderung wird in zwei Phasen vergeben: Bis zu 4,4 Mio. Euro in den ersten zwei Förderjahren und bis zu 17,4 Mio. Euro in der zweiten Phase (drei weitere Jahre).³¹⁶

V.) Kommerzialisierung

Die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie ist einer der Schlüsselfaktoren zur Adaption von KI-Lösungen durch die Privatwirtschaft. Allerdings wird sie bisher kaum von Unternehmen angenommen und verwendet, was die Regierung mit Initiativen zur Verknüpfung von Forschung und Industrie ändern will.

In Singapur gibt es zwischen 1.600 und 2.400 Technologie-Startups,³¹⁷ davon sind laut Asgard und Roland Berger jedoch nur wenige auf KI spezialisiert (35). Dies ist weit entfernt von der globalen Spitze (USA knapp 1.400) und bildet im Vergleich mit den in dieser Studie analysierten Ländern das Schlusslicht.³¹⁸ Indes wächst das Interesse von ausländischen Unternehmen am KI-Ökosystem. So gab 2017 die Investmentgruppe Marvelstone, Finanzier des globalen Fintech-Hubs „Lattice80“, bekannt, ein KI-Hub in Singapur zu eröffnen. Die Gruppe möchte Wissenschaftler, Unternehmen und Regierung zusammenbringen, um KI-Technologien für den Markt zu entwickeln. Dazu sollen bis zu 100 KI-Startups pro Jahr gefördert werden.³¹⁹ Eines der nach dem *CIO Advisors Ranking 25 Hottest AI Companies 2018* befindet sich in Singapur: AIQ, ein Unternehmen, das sich auf Technologien zur visuellen Erfassung und intelligente Erkennungsverfahren spezialisiert hat.³²⁰ Gestärkt werden diese Entwicklungen durch gut ausgebildete Fachkräfte und eine enge Zusammenarbeit zwischen Universitäten und Industrie im Bereich Forschung und Entwicklung (Platz fünf unter den untersuchten Ländern).³²¹ Zwischen 2015 und 2017 kamen jedoch nur 0,31 Prozent aller international durchsetzbarer KI-Patente aus Singapur – zum Vergleich: In Südkorea waren es rund 3,8 Prozent.³²²

Die verarbeitende Industrie macht 20 bis 25 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) Singapurs aus. Die Schlüsselindustrien sind Elektronik, Chemie, Biomedizin, Logistik und Verkehrstechnik.³²³ Im Land mit der weltweit zweithöchsten Roboterichte (hinter Südkorea)³²⁴ wird mit starken Konsequenzen von KI für den Arbeitsmarkt gerechnet: Fast 21 Prozent der Vollzeitbeschäftigten könnten ihre Arbeitsplätze durch den verstärkten Einsatz von Technologien, wie KI und Robotik, in den nächsten zehn Jahren verlieren – mehr als in anderen ASEAN-Ländern.³²⁵ Um das Verständnis für und die Akzeptanz von KI in der Bevölkerung zu fördern, bietet die Regierung das Programm *AI For Everyone* an: In kostenlosen Workshops werden bis zu 100.000 Singapurern über Anwendungsmöglichkeiten von KI im eigenen Unternehmen und im täglichen Leben informiert.³²⁶ *AI For Everyone* wird finanziell von IMDA und Microsoft getragen.³²⁷

Regulierung: In seiner Rede zum *innovfest unbound 2018*, dem größten südostasiatischen Innovationsfestival, verspricht S. Iswaran einen progressiven Regulierungsrahmen für den IKT-Bereich in Singapur. Beim Datenschutz bedeutet dies insbesondere, dass der *Personal Data Protection Act* von 2012 auf begünstigende Regelungen geprüft wird. Bisher legitimiert dieser zum einen die Bedarfe der Unternehmen, personenbezogene Daten zu erheben und zu nutzen, zum anderen regelt er den verantwortungsvollen Umgang mit den Daten.³²⁸ Durch das Gesetz wurde auch die *Personal Data Protection Commission Singapore* (PDPC) initiiert, die das Gesetz und seine Umsetzung verwaltet.³²⁹ Schon im Juli 2017 hat die PDPC einen Leitfaden für den Datenaustausch zur Erläuterung des *Data Protection Acts* veröffentlicht. Darüber hinaus wird ein Rahmen für die Vereinbarung über den Datenaustausch innerhalb einer Regulierungs-*sandbox* festgelegt, die Unternehmen von bestimmten Verpflichtungen zur Erprobung befreit und innovative Verwendungen personenbezogener Daten unterstützt.³³⁰

Da *text* und *data mining* essenziell für die Entwicklung von KI sind, wurde diese Thematik 2016 Teil der öffentlichen Konsultation über Ände-

rungen des *Copy Right Acts*. Darin schlägt das Justizministerium eine Ausnahme im *Copy Right Act* vor, die das Kopieren von urheberrechtlich geschützten Schriften und Daten für den Zweck der Datenanalyse erlaubt.³³¹ Es wird erwartet, dass Politiker diesem Vorschlag zustimmen werden.³³²

Unterstützung von Unternehmen und Startup-Förderung: Die Voraussetzungen für Startups im Land sind bereits sehr gut. Laut *Genomes 2017 Startup Ecosystem Ranking* belegt Singapur weltweit den zwölften Platz und verspricht jungen Startups in dem Land große Chancen für globalen Erfolg.³³³ Der Wert des singapurischen Startup-Ökosystems lag im Jahr 2017 bei 9,6 Mrd. Euro und war damit vergleichsweise hoch zum globalen Durchschnitt von 3,6 Mrd. Euro.³³⁴

Neben der 2017 angekündigten *SME Go Digital Initiative*, die kleine und mittelständische Unternehmen bei der Stärkung digitaler Fähigkeiten unterstützen will,³³⁵ werden durch die Initiative *Accreditation@SGD* junge Unternehmen in frühen Wachstumsphasen mittels maßgeschneiderter Beratung bei technischen Anwendungen unterstützt.³³⁶ Tatsächlich war *Accreditation@SGD* maßgeblich daran beteiligt, dass das Startup-Unternehmen Taiger sein geistiges Eigentum und seine Schlüsselbetriebe im Jahr 2015 nach Singapur verlegte.³³⁷ Die *Infocomm Media Development Authority* (IMDA) bietet mit der Zusammenarbeit mit den führenden Banken DBS, OCBC und UOB den an *Accreditation@SGD* teilnehmenden Unternehmen verbesserten Zugang zu innovativen Fintech-Projekten.³³⁸ Zudem hat sich die IMDA dazu entschlossen, KI-Entwickler im Bereich der Spracherkennung für den nationalen Sprachkorpus zu unterstützen, um langfristig deren Eintritt in den globalen Spracherkennungsmarkt vorzubereiten.³³⁹

Das Programm *AI for Industry* der *AI-Singapore*-Initiative beschäftigt sich mit der Kompetenzentwicklung von Ingenieuren, Managern und Führungskräften, die bereits technische Vorkenntnisse mitbringen und ihre Programmierfähigkeiten zur Verwendung von Daten und Erstellung von KI-Anwendungen ausbauen wollen.³⁴⁰

Darüber hinaus dient das Programm *100Experiments* der Verknüpfung von KI-Forschern und -Entwicklern mit Akteuren aus der Industrie, die ihre spezifischen Herausforderungen durch KI-Lösungen angehen wollen. Unternehmen können Problemstellungen einreichen, für die sich KI zur Lösung nutzen ließe, und werden entsprechend an KI-Experten vermittelt. *AI Singapore* finanziert das Projekt zu gleichen Teilen mit dem Unternehmen mit bis zu 160.000 Euro.³⁴¹ Das Programm ist bei der Industrie beliebt und erste Lösungen befinden sich bereits in der Testphase.³⁴² Hohe Erstinvestition in KI-Lösungen sind Eintrittsbarrieren für Unternehmen, die das Programm zu überwinden hilft.³⁴³

Außerdem hat IMDA noch das *AI Business Partnership Programme* ins Leben gerufen. Dies bietet einen geführten Prozess, um lokale Unternehmen mit potenziellen Problemstellungen (KI-Endverbraucherunternehmen) mit Anbietern von bestehenden KI-Lösungen zusammenzubringen und diese Partnerschaften bei der Entwicklung und Bereitstellung von Prototypen zu unterstützen. Zudem werden vierteljährlich kostenlose KI-Workshops von IMDA angeboten.³⁴⁴ Problemstellungen, die derzeit noch keine kommerziell verfügbaren Lösungen haben, werden an die *100Experiments* von *AI Singapore* weitergeleitet.³⁴⁵

Ethischen Verwendung von KI und Daten:

Für die singapurische Regierung spielt Ethik beim Gebrauch von KI-Anwendungen und bei dem Umgang mit Daten eine zentrale Rolle. So verkündete S. Iswaran in seiner Rede zum *innovfest unbound 2018* die Einrichtung eines Beirats zur ethischen Verwendung von KI und Daten.³⁴⁶ Im Juni 2018 veröffentlichte die *Personal Data Protection Commission Singapore* ein Diskussionspapier zum verantwortungsvollen Umgang mit KI, das die Prinzipien der Transparenz und „Do no harm“ betont.³⁴⁷ Die Singapore Management University eröffnete nach Erhalt eines Forschungszuschusses 2018 das *Centre for Artificial Intelligence and Data Governance*, das untersucht wird, welche gesellschaftlichen Chancen und Risiken durch die Technologien entstehen.³⁴⁸

Der öffentliche Sektor als Nutzer von KI: Durch den Bereich der öffentlichen Beschaffung erhöht die Regierung die Nachfrage für Spitzentechnologien und fördert damit Innovationen. 2017–2018 belegte das Land beim *World Competitiveness Index* den fünften Platz der 137 untersuchten Länder im Bereich der staatlichen Beschaffung von Spitzentechnologie.³⁴⁹ Die *Smart Nation Initiative* will zudem den Bereich der *E-Governance* weiter ausbauen. Dies ist im Papier *Digital Government Blueprint* festgehalten worden, das Digitalisierung und KI als elementare Bestandteile der Transformationsbemühungen des öffentlichen Diensts an der Schnittstelle zwischen Staat und Bürgern definiert und etwa digitale Zahlungen und digitale Signaturen als konkrete Anwendungen benennt. Angestellte öffentlicher Einrichtungen sollen über digitale Kompetenzen am Arbeitsplatz verfügen, um die Herausforderungen zwischen Behörden und Bürgern effektiver zu meistern.³⁵⁰

Da der Zugang zu Datensätzen für *Machine Learning* unerlässlich sei, kündigte S. Iswaran an, die Bereitstellung öffentlicher Daten über die Plattform *data.gov.sg* zu erweitern sowie Unternehmen zu motivieren, Daten verantwortungsbewusst untereinander auszutauschen, um gemeinsame Geschäftsprobleme zu lösen.

Arbeitsmarkt: Als Land mit einer wissensbasierten Wirtschaft legt Singapur auch im Bereich der KI einen Fokus auf die Ausbildung von Fachkräften. Dies spiegelt sich in der verhältnismäßig hohen Anzahl an KI-Talenten wider.³⁵¹ Als Teil der *Industry Transformation Map* der *Infocomm Media Development Authority* (IMDA) soll die IT- und Kommunikationsindustrie durch gezielte Förderung von Fachkräften weiter auf die Transformation zu einer digitalen Wirtschaft vorbereitet werden.³⁵² Aus der Recherche ist nicht ersichtlich, ob dafür bereits Gelder ausgegeben wurden.

SkillsFutures ist eine umfassend angelegte Initiative, um IKT-Fähigkeiten und Kenntnisse in der Bevölkerung breit zu streuen.³⁵³ Teil ist auch der 2016 angekündigte *TechSkills Accelerator* (TeSA), der einen integrierten Ansatz für den Erwerb von IKT-Fertigkeiten und die Ausbildung von IKT-Praktikern verfolgt.³⁵⁴

Durch eine Partnerschaft zwischen AI Singapore und dem *TechSkills Accelerator* soll eine „Pipeline von lokal gewachsenen, weltweit bekannten KI-Talenten“³⁵⁵ geschaffen werden: das *AI Apprenticeship Program*. Das Training wird von Akteuren der Industrie konzipiert, um die Bedarfe an ausgebildeten Fachkräften zu decken. Inhalte sind unter anderem der Bau von Datenpipelines, *Data Warehouses* für KI *Use Cases* und Abstimmung maschineller Lernalgorithmen. Das neunmonatige Programm richtet sich an Experten jeder Fachrichtung innerhalb der ersten drei Jahre nach ihrem Studienabschluss und beinhaltet eine Kombination aus vertiefenden KI-Kursen und einer praxisnahen Ausbildung in Industrieprojekten.³⁵⁶ Ein erster Jahrgang hat das Programm abgeschlossen und Partnerschaften zwischen den Ausgebildeten und Industrieakteuren wurden geschlossen. Ein zweiter Jahrgang beginnt im November 2018.³⁵⁷

-
- 280 AI Singapore, k. D.a.
 281 National Research Foundation, k. D.a.
 282 Ernst, 2016.
 283 Iswaran, 2018a.
 284 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 285 World Wide Web Foundation, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 286 World Bank, 2016 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 287 InfoComm Media Development Agency, 2018a.
 288 CSRankings, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 289 Top500.org, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 290 Reuters, 2018.
 291 Statista, 2018.
 292 Linehan, 2017.
 293 Goh, 2017.
 294 Linehan, 2017.
 295 Iswaran, 2018b.
 296 Smart Nation Singapore, k. D.
 297 InfoComm Media Development Agency, 2018b.
 298 Smart Nation Singapore, 2018.
 299 AI Singapore, k. D.
 300 National Research Foundation, k. D.
 301 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 302 OECD, 2013: 3.
 303 UNESCO, k. D. (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 304 Varakantham et al., 2017: 1.
 305 CSRanking 2016–2018 (vgl. Kapitel Methodologie Cambrian KI Index).
 306 SJR, 2017 (vgl. Kapitel Methodologie Cambrian KI Index).
 307 Varakantham et al., 2017: 1; AI Singapore, k. D.
 308 InfoComm Media Development Agency, 2018a.
 309 Peiling, 2018.
 310 Vgl. Kapitel Finnland.
 311 Eine Übersicht der Forschungsgebiete des Programms Fundamental Research findet sich im Anhang (Anlage 2).
 312 Open Gov Asia Online, 2018.
 313 Ebenda.
 314 AI Singapore, k. D.
 315 Im September 2018 endete der Call for Ideas zu der gestellten Challenge: „*How can Artificial Intelligence (AI) help primary care teams stop or slow disease progression and complication development in 3H [...] patients by 20 % in 5 years*“ (AI Singapore, k. D.). Bisher liegen die Gewinnerideen dieses ersten Durchlaufs nicht vor.
 316 National University of Singapore, 2018.
 317 Williams, 2017.
 318 Asgard und Roland Berger, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 319 Tegos, 2017.
 320 CIO Advisor, 2018.
 321 World Economic Forum, 2017: 262–263 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 322 M-Cam, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 323 SME Portal, 2018.
 324 IFR, 2017 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 325 Tan, 2018.
 326 Kwang, 2018.
 327 Infocomm Media Development Authority, 2018c: 2.
 328 Iswaran, 2018a.
 329 Personal Data Protection Commission Singapore, k. D.
 330 Infocomm Media Development Agency, 2017b: 4.
 331 Ministry of Law, 2016: 34.
 332 European Alliance for Research Excellence, 2018: 2.
 333 Startup Genome, 2017.
 334 RSM International Foundation, 2018: 95.
 335 SME Portal, 2018.
 336 Siehe dazu Kapitel „Kommerzialisierung“.
 337 Forbes Custom, 2018.
 338 Open Gov Asia Online, 2017.
 339 Infocomm Media Development Agency, 2017b: 3.
 340 AI Singapore, k. D., InfoComm Media Development Authority, 2018c.
 341 Ebenda.
 342 Iswaran, 2018b.
 343 GovTech Singapore, 2017.
 344 InfoComm Media Development Agency, 2018d.
 345 Infocomm Media Development Agency, 2017b: 5.
 346 Iswaran, 2018a.
 347 Personal Data Protection Commission Singapore, 2018: 5.
 348 Channel NewsAsia, 2018.
 349 World Economic Forum, 2017: 262–263 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 350 Smart Nation, 2018a: 9–11.
 351 CSRankings, 2018 (vgl. Methodologie Cambrian KI Index).
 352 InfoComm Media Development Agency, 2017a.
 353 SkillsFuture, k. D.
 354 InfoComm Media Development Authority, k. D.
 355 Infocomm Media Development Agency, 2017b: 4.
 356 AI Singapore, k. D.
 357 Iswaran, 2018a.

Methodologie Cambrian KI Index ©

Im Zuge der Analyse hat dieser Bericht die Länder entlang von Indikatoren bewertet, die im Zusammenhang mit den Voraussetzungen eines Lands, der Forschung und Entwicklung sowie der Kommerzialisierung von KI stehen. In dem Versuch, diese Indikatoren zu integrieren und die KI-Position eines Lands 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 Proxies 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 ergibt den Komponentenzwischenwert. Die Mittelwerte aller Komponenten eines Segments ergeben wiederum den Gesamtwert des Segments. 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		<p>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.</p>	<p>Umfrage auf Basis einer Skala von 1 (schlechteste) bis 7 (beste)</p> <p>World Economic Forum: https://widgets.weforum.org/gitr2016/</p>
	Daten	<p>Open-Data Barometer (2016) Erläuterung: Neben Einzelpersonen mit Internetzugang und Unternehmen ist der öffentliche Sektor die dritte wichtige Quelle für KI-relevante Daten. Das Open-Data Barometer bewertet Regierungen weltweit in deren Bereitschaft zu und Umsetzung von Open-Data-Initiativen. Zudem werden die Auswirkungen von Open-Data auf Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft gemessen.</p>	<p>Das Open-Data Barometer wird erhoben durch Experteninterviews, Selbstbewertungen von Regierungen und sekundärer Datenquellen.</p> <p>World Wide Web Foundation: https://opendatabarometer.org</p>
		<p>Anzahl der Internetnutzer (2016) Erläuterung: Internetnutzer sind Personen, die das Internet (von jedem Ort aus) über Computer, Mobiltelefon, über persönliche digitale Assistenten, Spielautomaten, digitales Fernsehen etc. in den letzten drei Monaten genutzt haben. Dieser Proxy misst die Internetnutzer in absoluten Zahlen statt als prozentualen Anteil an der Bevölkerung, da für KI die Quantität von Daten zählt.</p>	<p>World Bank: https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS</p>
	Rechenleistung	<p>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.</p>	<p>Top 500 zählt und listet halbjährlich (Juni und November) die öffentlich bekannten und zugänglichen Supercomputer. Möglicherweise existieren darüber hinaus militärische Hochleistungsrechner, die nicht bekannt sind.</p> <p>Top500.org: www.top500.org</p>

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 die meisten Supercomputer installiert sind, nicht aber die leistungsfähigsten.</p>	<p>Top500.org: www.top500.org</p>
		<p>Umsatz führender Halbleiterproduktionsfirmen in Milliarden USD (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. Proxies, gibt die Anzahl der Halbleiterfirmen Aufschluss über die Stärke des Halbleiterökosystems eines Lands.</p>	<p>Statista, ergänzt um eine weiterführende Recherche (s. o.)</p>
		<p>Umsatz mit FPGA-Chips in Millionen 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 Hypothese. 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>CSRanking: http://csrankings.org/#/index?none</p>
Forschung und Entwicklung	Allgemeine F & E	<p>Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung in Mrd 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 anhand 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>CSRanking 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 ist ein Proxy für Forschung und Ausbildung von qualifizierten Humanressourcen eines Lands.</p>	<p>Anzahl an Lehrkörpern an universitären Informatikinstitutionen, die in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Computer Vision, Machine Learning & Data Mining, Natural Language Processing und Robotik seit 2016 aktiv forschen, d. h., deren Publikationen auf relevanten Konferenzen erschienen sind.</p> <p>CSRanking 2016–2018: http://csrankings.org/#/index?none</p>
		<p>Geschätzte Anzahl der Promovenden, die von Lehrkörpern betreut werden, die aktiv in KI-relevanten Bereichen forschen</p> <p>Erläuterung: Die Anzahl der Promovenden gibt Aufschluss über die F & E-relevanten Humanressourcen eines Lands.</p>	<p>Die Schätzung basiert auf der Anzahl an Lehrkörpern an universitären Informatikinstitutionen, die in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Computer Vision, Machine Learning & 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 Lands 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-Index 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 (2017–2018) Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss über den Wissens- und Technologietransfer zwischen Universitäten und Privatsektor.</p>	<p>Meinungsumfrage unter Führungskräften: Inwieweit arbeiten in ihrem Land Wirtschaft und Universitäten bei Forschung und Entwicklung (F & 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 (2017–2018) Erläuterung: Dieser Proxy gibt Aufschluss über die Anreize, die der öffentliche Sektor durch Nachfrage für bestimmte Technologien und damit Innovationen setzt.</p>	<p>Meinungsumfrage unter Führungskräften: „Inwieweit fördern in Ihrem Land staatliche Kaufentscheidungen die Innovation?“ (1 = überhaupt nicht; 7 = zu einem großen Umfang, gewichteter Durchschnitt)</p> <p>World Economic Forum: 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 Lands. Dennoch steht dieser Proxy unter Vorbehalt, da die Patente nichts über die Qualität einer Innovation aussagen und häufig lediglich inkrementeller Natur sind.</p>	<p>Obwohl verschiedene Quellen darauf hindeuten, dass China die USA in Bezug auf KI-bezogene Patentpublikationen überholt hat, haben die meisten chinesischen Patente keine internationalen Äquivalente und sind daher außerhalb Chinas nicht durchsetzbar.</p> <p>Die Patente erfassen sowohl KI als auch Machine Learning und Deep Learning.</p> <p>Hinweis: Der Prozess der Patentanmeldung zur Patentpublikation ist mit einer erheblichen Zeitverzögerung verbunden, weshalb die Zahlen auch noch rückwirkend variieren können.</p> <p>Recherche von M-Cam: 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 Startups, die in der KI-Technologiebranche tätig sind, und ignorierte Unternehmen, die sich mit anderen digitalen Themen und Technologien befassen. Es handelt sich dabei um Startups, die KI-Lösungen produzieren. Startups, die bestehende KI-Lösungen auf dem Markt zur Entwicklung neuer Dienstleistungen oder Produkte nutzen, sind ausdrücklich ausgeschlossen.</p> <p>Asgard und Roland Berger/Lemaire, A.; R. Lucazeau, H.; Carly, E.; Rappers, T.; Westerheide, F. (2018): 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-Startups in der Liste der 100 einflussreichsten KI-Startups pro Land ein Proxy für die Qualität bzw. das Zukunftspotenzial der Unternehmen.</p>	<p>Die Unternehmen wurden aus einem Pool von mehr als 2.000 Startups auf Basis mehrerer Kriterien ausgewählt, darunter Investorenprofil, technologische Innovation, Teamstärke, Patentaktivität, Finanzierungshistorie, Bewertung und Geschäftsmodell.</p> <p>CB Insights: 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 Ländern 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 Arbeitsmarkts 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 des Ökosystems in dieser Zukunftstechnologie.</p>	<p>Die Daten zeigen nur die Einzelzahlen für die elf Länder mit der größten Anzahl dieser Unternehmen. Die anderen dreizehn Länder, in denen Unternehmen Serviceroboter herstellen, wurden in der Kategorie „Rest der Welt“ zusammengefasst, mit durchschnittlich rund vier Unternehmen pro Land.</p> <p>Statista: https://www.statista.com/statistics/658048/service-robotics-manufacturers-by-country</p>

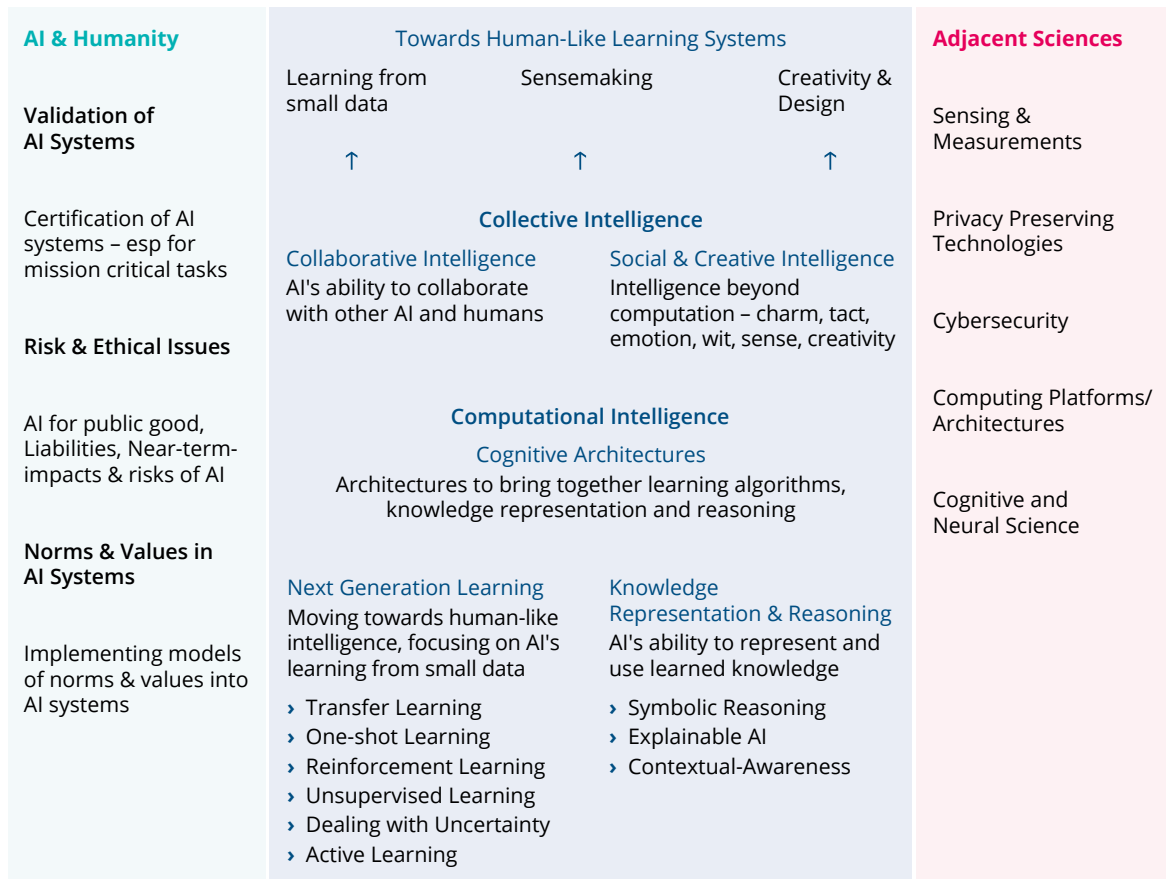
Anhänge

Anhang 1: Überblick Mittel und Forschungsbereiche von AIST, RIKEN und NICT (Japan) ³⁵⁸

Übergeordnetes Forschungsinstitut	Übergeordnetes Ministerium	KI-Zentrum	Budget (2016)	Forschungsbereiche
Nationales Institut für fortgeschrittene Industrie und Technologie (AIST)	Wirtschaft und Industrie (METI)	<i>Artificial Intelligence Research Center (AIRC)</i>	123 Mio. Euro	<p>Produktivität: präventive Fehlerdiagnose bei Windkraftanlagen mithilfe von <i>deep learning</i>, selbstlernende <i>imitation robots</i> auf Basis neuronaler Netze, Kompatibilität von IoT und KI sowie KI, die menschliche Bedürfnisse versteht</p> <p>Gesundheit: Krebsdiagnose durch Bilderkennung und Maschinenlernen, Entwicklung von Medikamenten durch „robotergesteuerte Bio-Forschung“</p> <p>Sicherheit: „Video-zu-Text-Übersetzungen“ und Erkennung von Mustern in großen Menschengruppen zur Schadensbegrenzung bei Katastrophen</p>
RIKEN-Institut für Physik und Chemie	Bildung und Technologie (MEXT)	<i>Center for AI Development (AIP)</i>	56 Mio. Euro	<p>Grundlagenforschung (20 Teams):</p> <p>Entwicklung von KI-unterstützender Allzweck-Infrastruktur-Technologie (<i>general purpose infrastructure technology</i>) durch Forschung in den Bereichen:</p> <p><i>Imperfect Information Learning, Structured Learning, Geometric Learning, Tensor Learning, Functional Analytic Learning, High-Dimensional Statistical Modeling, Online Decision Making, Succinct Information Processing, Deep Learning Theory, Computational Learning Theory, Non-convex Learning Theory, Causal Inference, Approximate Bayesian Inference Search and Parallel Computing, Multi-agent, Discrete, Continuous Optimization, Mathematical Science, Statistics, Analysis, Topological Data Analysis</i></p>

Übergeordnetes Forschungsinstitut	Übergeordnetes Ministerium	KI-Zentrum	Budget (2016)	Forschungsbereiche
RIKEN-Institut für Physik und Chemie	Bildung und Technologie (MEXT)	<i>Center for AI Development (AIP)</i>	56 Mio. Euro	<p>Anwendungsforschung (24 Teams):</p> <p>Produktivität: bis 2020 Informatik-Technologie für die „Revolutionierung der Industrieproduktion“, eine „Plattform für Umweltinformationen, die sich in Echtzeit an wechselnde Intentionen und Präferenzen anpasst“ (Tourismus-Dienstleistung), sowie ein „Rahmenwerk für kooperative Datenanalyse“</p> <p>Medizin: bis 2020 Systeme für medizinische Diagnostik aus Bilddaten und im Bereich der Krebsforschung</p> <p>Sicherheit: datenbasierte Technologie für Schadensbegrenzung und Wiederaufbau bei Naturkatastrophen</p> <p>KI mit Bezug zu Sozialwissenschaften (acht Teams)</p> <p><i>social impact, Gesetzgebung, soziale Systeme, Ethik und Privatsphäre</i></p>
National Institute of Information and Communication Technology (NICT)	Inneres und Kommunikation (MIC)	<i>Center for Information and Neural Networks (CiNet)</i>	17 Mio. Euro	<p>Grundlagen: <i>human-machine interaction</i></p> <p>Medizin: <i>Brain information communication technology, neuro feedback technology</i></p>
		<i>Universal Communication Research Institute (UCRI)</i>		<p>Für alle Anwendungsfelder: <i>universal communication technology auf Basis von multilingual speech translation,</i></p> <p>Mobilität: <i>semantic maps</i></p>

Anhang 2: Übersicht der Forschungsgebiete des Programms Fundamental Research der *AI Singapore*-Initiative³⁵⁹



358 Vgl. Strategic Council for AI Technology, 2017; AIST, 2017: 4; abci.ai, k. D.; RIKEN, k. D.; UCRI Direct, k. D.; NICT CiNET, k. D.; Budgets, vgl. Harayama, 2017: 17.

359 AI Singapore, k. D. (siehe Kapitel Singapur).

Literaturverzeichnis

Kanada



- A** Aubin, C.; Freedin, J. (2017): A Landscape of Artificial Intelligence in Canada. 01.05.2017, Robic. <https://www.robic.ca/en/2017/05/landscape-artificial-intelligence-canada/> (abgerufen am 07.11.2018).
- C** CanLII (2015): Personal Information Protection and Electronic Documents Act, SC 2000. <https://www.canlii.org/en/ca/laws/stat/sc-2000-c-5/latest/sc-2000-c-5.html> (abgerufen am 07.11.2018).
- CIFAR (k. D.): Homepage. <https://www.cifar.ca/> (abgerufen am 07.11.2018).
- CIFAR (2017): Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy. <https://www.cifar.ca/ai/pan-canadian-artificial-intelligence-strategy> (abgerufen am 01.11.2018).
- CSA (2017): The Canadian Securities Administrators Launch A Regulatory Sandbox Initiative. 23.02.2017. <https://www.securities-administrators.ca/aboutcsa.aspx?id=1555> (abgerufen am 01.11.2018).
- E** Ernst & Young (2018): Worldwide R&D Incentives Reference Guide 2018 <https://www.ey.com/gl/en/services/tax/worldwide-r-d-incentives-reference-guide---country-list> (abgerufen am 14.10.2018).
- G** Gagné, J. F. (2018): Canadian AI Ecosystem 2018. <http://www.jfgagne.ai/canadian-ai-ecosystem-2018-en/> (abgerufen am 07.11.2018).
- Government of Canada (k. D.a): Canada First Research Excellence Fund. <http://www.cfref-apogee.gc.ca/results-resultats/index-eng.aspx#a6> (abgerufen am 09.11.2018).
- Government of Canada (k. D.b): Program requirements for the Global Talent Stream. <http://www.cfref-apogee.gc.ca/results-resultats/index-eng.aspx#a6> (abgerufen am 09.11.2018).
- Government of Canada (k. D.c): Strategic Innovation Fund. <http://www.ic.gc.ca/eic/site/125.nsf/eng/home> (abgerufen am 03.11.2018).
- Government of Canada (2017): Applications for Medical Device Investigational Testing Authorizations Guidance Document. Angenommen am 06.10.2017. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/drugs-health-products/medical-devices/application-information/guidance-documents/investigational-testing-authorizations-guidance/guidance-document.html> (abgerufen am 07.11.2018).
- Government of Canada (2018a): Testing Highly Automated Vehicles in Canada. <https://www.tc.gc.ca/en/services/road/safety-standards-vehicles-tires-child-car-seats/testing-highly-automated-vehicles-canada.html> (abgerufen am 09.11.2018).

Government of Canada (2018b): Canada's new superclusters. <https://www.ic.gc.ca/eic/site/093.nsf/eng/home> (abgerufen am 12.11.2018).

Government of Ontario (2017): Ontario Opens World-Leading Artificial Intelligence Institute. 30.03.2017. <https://news.ontario.ca/opo/en/2017/03/ontario-opens-world-leading-artificial-intelligence-institute.html> (abgerufen am 05.11.2018).

M Mila (k. D.): Homepage. <https://mila.quebec/en/> (abgerufen am 06.11.2018).

S Shead, S. (2017): Google and Mark Zuckerberg's investment fund are backing a \$150 million AI institute in Toronto. 30.03.2017, Business Insider. <https://www.businessinsider.de/google-is-backing-a-150-million-artificial-intelligence-institute-in-toronto-2017-3?r=UK&IR=T> (abgerufen am 06.11.2018).

Smith, S. (2018): Immigration policies, diversity helping Canada's reputation as artificial intelligence leader. 21.10.2018, Canadian Inquirer. <http://www.canadianinquirer.net/2018/10/21/immigration-policies-diversity-helping-canadas-reputation-artificial-intelligence-leader/> (abgerufen am 04.11.2018).

T The New York Times (2017): Justin Trudeau Discusses Artificial Intelligence in Canada. 02.11.2017, Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=M9X_-ARHXEI (abgerufen am 09.11.2018).

U Université de Montréal (2017a): Montreal Declaration – Responsible AI. <https://www.montrealdeclaration-responsibleai.com> (abgerufen am 09.11.2018).

Université de Montréal (2017b): \$100M for a new Quebec research cluster in AI. 15.05.2017. <https://nouvelles.umontreal.ca/en/article/2017/05/15/100m-for-a-new-quebec-research-cluster-in-ai/> (abgerufen am 08.11.2018).

Japan



A Advisory Board on Artificial Intelligence and Human Society (2017): Report on Artificial Intelligence and Human Society (Unofficial translation) (Kabinettsbüro, CSTI). 24.03.2017. http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/ai/summary/aisociety_en.pdf (abgerufen am 08.10.2018).

AI-ELSI (k. D.) Website (japanisch). <http://ai-elsi.org/> (abgerufen am 08.10.2018).

AIRC (k. D.) generelle Website. AIRC <https://www.airc.aist.go.jp/en/> (abgerufen am 05.10.2018).

AIRC (k. D.) Website (Forschungsfelder). <https://www.airc.aist.go.jp/en/utility/> (abgerufen am 05.10.2018).

AIST (2017): Artificial Intelligence Research Center (AIRC). PR-Broschüre. https://www.airc.aist.go.jp/en/intro/Brochure_en.pdf (abgerufen am 05.10.2018).

Asakura, Y. (2017): A Brief Overview of the Current Startup Ecosystem in Japan. Silicon Valley New Japan Project Stanford. <https://static1.squarespace.com/static/54b4afe7e4b096f7dca62bef/t/58a351fbc534a55930b614a1/1487098383652/SVNj+working+paper+2017-1.pdf> (abgerufen am 08.10.2018).

- C** Cabinet Office (k. D.): What is Society 5.0? http://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html (abgerufen am 02.10.2018).

CiNet – Center for Information and Neural Networks (k. D.): Scientific Overview. <https://cinet.jp/english/research/overview.html> (abgerufen am 05.10.2018).

- E** EU-Japan Centre (2017): The Japanese Startup Ecosystem: Opportunities for EU Collaboration. http://www.regione.fvg.it/rafvig/export/sites/default/RAFVG/GEN/regione-a-bruxelles/allegati/031017_EU-JAPAN_Cooperation.pdf (abgerufen am 04.10.2018).

EU-Japan Centre (2016): Artificial Intelligence in Japan. R&D, Market and Industry Analysis. https://www.eubusinessinjapan.eu/sites/default/files/artificial_intelligence_in_japan.pdf (abgerufen am 04.10.2018).

European Alliance for Research Excellence (2018): Japan amends its copyright legislation to meet future demands in AI and Big Data. 03.09.2018. <http://eare.eu/japan-amends-tdm-exception-copyright/> (abgerufen am 08.10.2018).

- G** Government of Japan (2016): Japan Revitalization Strategy 2016. https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/hombun1_160602_en.pdf (abgerufen am 02.10.2018).

Government of Japan (2018a): Realizing the Society 5.0. https://www.japan.go.jp/abenomics/_userdata/abenomics/pdf/society_5.0.pdf (abgerufen am 02.10.2018).

Government of Japan (2018b): Abenomics. For future growth, for future generations, and for a future Japan. September 2018. https://www.japan.go.jp/abenomics/_userdata/abenomics/pdf/1809_abenomics.pdf https://japan.kantei.go.jp/97_abe/actions/201604/12article6.html (abgerufen am 02.10.2018).

Green, David (2017): As Its Population Ages, Japan Quietly Turns to Immigration. 28.03.2017. <https://www.migrationpolicy.org/article/its-population-ages-japan-quietly-turns-immigration> (abgerufen am 02.10.2018).

Guardian, The (2018): Driverless taxi debuts in Tokyo in 'world first' trial ahead of Olympics. <https://www.theguardian.com/technology/2018/aug/28/driverless-taxi-debuts-in-tokyo-in-world-first-trial-ahead-of-olympics> (abgerufen am 08.10.2018).

- H** Harayama, Y. (2017): A Living Concept "Society 5.0" And the Role of Universities. Präsentation von Yuko Harayama, Executive Member of Council for Science, Technology and Innovation at the Cabinet Office. <https://minedu.fi/documents/1410845/5310220/Harayama%2BSociety5%2BFinland.pdf/70f24ddc-8ab1-47d7-8583-12934bbbd3eb/Harayama%2BSociety5%2BFinland.pdf.pdf> (abgerufen am 02.10.2018).

- I** IAPP – International Association of Privacy Professionals (2017): GDPR matchup: Japan's Act on the Protection of Personal Information. 29.08.2017. <https://iapp.org/news/a/gdpr-matchup-japans-act-on-the-protection-of-personal-information/> (abgerufen am 05.10.2018).

Immigration Bureau of Japan (2017): Points-based Preferential Immigration Treatment for Highly-Skilled Foreign Nationals. http://www.immi-moj.go.jp/newimmiact_3/en/ (abgerufen am 03.10.2018).

- Ito, J. (2018): Why Westerners Fear Robots and the Japanese Do Not. 30.07.2018, <https://www.wired.com/story/ideas-joi-ito-robot-overlords/> (abgerufen am 01.10.2018).
- J** Japan Local Government Center (2016): Senboku Driverless Bus Tests. http://www.jlgc.org.uk/en/news_letter/senboku-driverless-bus-tests/ (abgerufen am 05.10.2018).
- Japan Science and Technology Agency (k. D.): <http://www.jst.go.jp/kisoken/aip/en/about/index.html> (abgerufen am 03.10.2018).
- Japan Times (2016): Japan moves to protect 'copyrights' of AI creations. 10.05.2016, The Japan Times. <https://www.japantimes.co.jp/news/2016/05/10/national/japan-moves-protect-copyrights-aicreations/#.WZQBb1EjHIU> (abgerufen am 05.10.2018).
- Japan Times (2018a): Japan's budget for AI to be less than a fifth of that planned by U. S. and China. 25.02.2018, Japan Times. <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/02/25/business/tech/japanese-government-spending-ai-less-20-u-s-china/#.W6PFAaYUnIU> (abgerufen am 02.10.2018).
- Japan Times (2018b): METI to request 9.9 % budget increase for fiscal 2019 aimed at promoting cashless payment, AI. 23.08.2018. <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/08/23/business/meti-request-9-9-budget-increase-fiscal-2019-aimed-promoting-cashless-payment-ai/> (abgerufen am 02.10.2018).
- Japan Times (2018c): Japanese Police to test AI use for improving investigations of criminal activity. 03.09.2018 <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/09/03/national/japanese-police-test-ai-use-better-investigations-criminal-activity/> (abgerufen am 08.10.2018).
- Japan Times (2018d): Japan's Defense Officials to Use AI for Record Management, 25.09.2018 <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/09/25/national/japans-defense-bureaucrats-use-ai-record-management/> (abgerufen am 08.10.2018).
- Jones Day (2018): Japan Legal Update. Volume 35, April 2018. <https://www.jonesday.com/files/Publication/1f59ff24-9ab2-4f23-9c0e-5905cbe16cda/Presentation/PublicationAttachment/01dcbe95-e9d4-424f-873a-7379b01af09f/Japan%20Legal%20Update%20April%202018.pdf> (abgerufen am 08.10.2018).
- JST – Japan Science and Technology Agency (k. D.): AIP Network Lab. <http://www.jst.go.jp/kisoken/aip/en/index.html> (abgerufen am 05.10.2018).
- JST (2018): AIP Challenge PRISM Acceleration Support Programs. http://www.jst.go.jp/kisoken/aip/en/prism/enlist2018_challenge.html (abgerufen am 05.10.2018).
- M** METI – Ministry of Economy, Trade and Industry (2015): New Robot Strategy. Japan's Robot Strategy – Vision, Strategy, Action Plan. http://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf (abgerufen am 28.11.2018).
- METI – Ministry of Economy, Trade and Industry (2016): Initiatives for Promoting Innovation. 13.05.2016. http://www.meti.go.jp/english/policy/economy/industrial_technology/pdf/0123_01.pdf (abgerufen am 28.11.2018).

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry (2017a): An AI R&D Nexus The Artificial Intelligence Research Center, AIST by: Research and Development Division, Industrial Science and Technology Policy and Environment Bureau, METI. http://www.meti.go.jp/english/policy/economy/research_development/pdf/20170208_001.pdf (abgerufen am 04.10.2018).

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry (2017b): METI Minister Seko Concluded the Hannover Declaration. Japan and Germany established a cooperation framework for the Fourth Industrial Revolution. Presseerklärung vom 19.03.2017. http://www.meti.go.jp/english/press/2017/0320_002.html (abgerufen am 04.10.2018).

METI, MoEI (2017): The Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan and the Ministry of Economy and Industry of the State of Israel launch Japan-Israel Innovation Partnership. Joint Statement. 03.05.2017. <http://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170508004/20170508004-2.pdf> (abgerufen am 04.10.2018).

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry (2018a): Action Plan for Realizing Automated Driving. 30.03.2018. http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/Automated-driving/english-report-Version20.pdf (abgerufen am 04.10.2018).

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry (2018b): Report by the Study Group for Ideal Approaches to University-Oriented Venture Businesses (Summary). Juni 2018. http://www.meti.go.jp/english/press/2018/pdf/0619_002a.pdf (abgerufen am 04.10.2018).

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry (2018c): METI Launches Industry-Academia Round-Table Discussion to Encourage Human Resources in the Fields of Science and Mathematics to Play Important Roles in Industry. Presseerklärung vom 31.07.2018. http://www.meti.go.jp/english/press/2018/0731_003.html (abgerufen am 04.10.2018).

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry (k. D.): Overview of the Cross-appointment System. http://www.meti.go.jp/english/policy/economy/industry_academia/pdf/03.pdf (abgerufen am 04.10.2018).

MIC – Ministry of Internal Affairs and Communication (2017): Draft AI R&D GUIDELINES for International Discussions (Tentative Translation). 28.07.2017. http://www.soumu.go.jp/main_content/000507517.pdf (abgerufen am 08.10.2018).

MOF – Ministry of Finance (2018): Budget 2018. Highlights. <https://www.mof.go.jp/english/budget/budget/fy2018/01.pdf> (abgerufen am 03.10.2018).

N Nature (2018): Japanese researchers say science-budget hike isn't enough. 06.02.2018. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-01599-w> (abgerufen am 02.10.2018).

NEDO – New Energy and Industrial Technology Development Organization (2017): Research and Development on Artificial Intelligence Technology in Japan. 29.11.2017. <http://www.nedo.go.jp/content/100877386.pdf> (abgerufen am 02.10.2018).

Newsweek (2017): Tokyo: Artificial Intelligence 'Boy' Shibuya Mirai Becomes World's First AI Bot to Be Granted Residency. Anthony Cuthbertson. 06.11.2017. <https://www.newsweek.com/tokyo-residency-artificial-intelligence-boy-shibuya-mirai-702382> (abgerufen am 02.10.2018).

Nippon.com (2017): The Crisis Facing Japanese Scientific Research, von: Nakano Toru. 12.06.2017. <https://www.nippon.com/en/currents/d00324/> (abgerufen am 08.10.2018).

O Osaka University, Graduate School of Engineering Science, Dep. of Systems Innovation (k. D.): Intelligent Robotics Lab directed by Hiroshi Ishiguro. <http://eng.irl.sys.es.osaka-u.ac.jp/> (abgerufen am 05.10.2018).

P Prime Minister's Office (2018): Council for Science, Technology and Innovation. Presseerklärung vom 14.06.2018 https://japan.kantei.go.jp/97_abe/actions/201609/15article2.html (abgerufen am 04.10.2018).

R RIKEN (k. D.): RIKEN Center for Advanced Intelligence Project (AIP). <http://www.riken.jp/en/research/labs/aip/> (abgerufen am 28.11.2018).

S Strategic Council for AI Technology (2017): Artificial Intelligence Technology Strategy, Bericht vom 31.03.2017. <http://www.nedo.go.jp/content/100865202.pdf> (abgerufen am 30.09.2018).

T The Robot Society of Japan (k. D.): Robotics Laboratories in Japan. <https://www.rsj.or.jp/en/rrij/> (abgerufen am 01.10.2018).

Tokyo University (k. D.): Next Generation Artificial Intelligence Research Center. <http://www.ai.u-tokyo.ac.jp/about-e.html> (abgerufen am 04.10.2018).

U UCRI – Universal Communication Research Institute (k. D.): UCRI-Direct. <http://direct.nict.go.jp/index-e.html> (abgerufen am 04.10.2018).

University of Tsukuba (k. D.): Intelligent Robot Laboratory. <https://www.roboken.iit.tsukuba.ac.jp/en/> (abgerufen am 04.10.2018).

W Waldenberger, F. (2018): Society 5.0. Japanische Ambitionen und Initiativen. In: KAS Auslandsinformationen 01/2018. <http://www.kas.de/wf/de/33.52119/> (abgerufen am 02.10.2018).

Israel



B Benmeleh, Yaacov (2018): Israel to Invest \$275 Million in Digital Health Project. 25.03.2018, Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-03-25/israel-to-invest-275-million-in-digital-health-project> (abgerufen am 12.10.2018).

Breaking News Israel (2018): Israel's First Fully Autonomous Drone Uses AI to Conduct Real-Life Missions. 02.01.2018. <https://www.breakingisraelnews.com/100320/israels-first-fully-autonomous-drone-uses-ai-conduct-real-life-missions/> (abgerufen am 18.10.2018).

Business Insider (2018): Inside the cutting-edge Israeli army intelligence unit that's 'like a start-up company'. 03.01.2018. <https://www.businessinsider.com/idf-cutting-edge-israeli-army-intelligence-unit-2018-1?IR=T> abgerufen am 16.10.2018).

C Calcalist (2017a): Tech Powers Go After Israeli AI Specialists, But Local Talent Is in Over Demand. 26.10.2017. <https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3723664,00.html> (abgerufen am 13.10.2018).

- Calcalist (2017b): Israeli lawmakers to Bring Use of AI in Hospitals to Parliamentary Discussion. 27.12.2017. <https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3728337,00.html> (abgerufen am 28.11.2018).
- CBS – Central Bureau of Statistics (2018a): Survey of Knowledge Commercialization Companies in Israel 2017. Reports on Inventions, Patents, License Agreements, Income and Startup Companies. Presseerklärung 257 vom 27.08.2018. http://www.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa_template_eng.html?hodaa=201812257 (abgerufen am 13.10.2018).
- CBS – Central Bureau of Statistics (2018b): The National Expenditure on Civilian R&D increased by 5 % in Constant Prices in 2017. Presseerklärung 258 vom 27.08.2018. http://www.cbs.gov.il/reader/newhodaot/hodaa_template_eng.html?hodaa=201812258 (abgerufen am 13.10.2018).
- CHE – Council for Higher Education (k. D.): The Multi annual Program 2017–2022. <http://che.org.il/en/the-new-multiannual-program/> (abgerufen am 14.10.2018).
- E** Economist (2016): Israel's tech industry: Talent search. 09.07.2016. <http://www.economist.com/news/business/21701810-startup-nation-running-out-steam-talent-search> (abgerufen am 14.10.2018).
- Ernst & Young (2018): Worldwide R&D Incentives Reference Guide 2018. <https://www.ey.com/gl/en/services/tax/worldwide-r-d-incentives-reference-guide---country-list> (abgerufen am 14.10.2018).
- F** Felner, A. (2016): The Israeli AI Community. In: AI Magazine 2016. <https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/download/2674/2584> (abgerufen am 12.10.2018).
- G** Globes (2018a): Israeli gov't to fund autonomous car, smart transport projects. 07.06.2018. <https://en.globes.co.il/en/article-govt-to-fund-autonomous-car-smart-transport-projects-1001240400> (abgerufen am 12.10.2018).
- Globes (2018b): "We'll make Israel one of world's AI leaders". 12.08.2018. <https://en.globes.co.il/en/article-well-make-israel-one-of-the-worlds-five-leading-countries-in-ai-1001249707> (abgerufen am 12.10.2018).
- Groth, O.; Nitzberg, M. (2018): Solomon's Code: Humanity in a World of Thinking Machines. New York: Pegasus, 1. Auflage.
- I** IAAI – The Israeli Association for Artificial Intelligence (k. D.): AI Links. http://www.ise.bgu.ac.il/iaai/israeli_links.html (abgerufen am 14.10.2018).
- IDF – Israeli Defense Forces (2017): The IDF Sees Artificial Intelligence as the Key to Modern-Day Survival. 27.06.2017. <https://www.idf.il/en/minisites/technology-and-innovation/the-idf-sees-artificial-intelligence-as-the-key-to-modern-day-survival/> (abgerufen am 18.10.2018).
- IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers (2017) Regional Reports on A/IS Ethics. The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems. 12.12.2017. https://standards.ieee.org/content/dam/ieee-standards/standards/web/documents/other/eadv2_regional_report.pdf (abgerufen am 18.10.2018).

- IMRA – Independent Media Review Analysis (2016): 2016 Israel Innovation Authority Report Presented to Prime Minister. <http://www.imra.org.il/story.php3?id=70918> (abgerufen am 14.10.2018).
- IIA – Israel Innovation Authority (k. D.): Website. <https://innovationisrael.org.il/en/> (abgerufen am 14.10.2018).
- IIA – Israel Innovation Authority (2017a): Innovation in Israel 2017. Overview. https://innovationisrael.org.il/sites/default/files/Innovation%20in%20Israel%202017_English.pdf (abgerufen am 14.10.2018).
- IIA – Israel Innovation Authority (2017b): Report 2017. 02.10.2017. <http://economy.gov.il/English/NewsRoom/PressReleases/Documents/2017IsraelInnovationAuthorityReport.pdf> (abgerufen am 14.10.2018).
- J** Jerusalem Post (2018): Israel to launch Big Data health project amid privacy concerns. 25.03.2018. <https://www.jpost.com/HEALTH-SCIENCE/Israel-to-launch-Big-Data-health-project-547043> (abgerufen am 14.10.2018).
- M** Messer-Yaron, H. (2014): Technology Transfer Policy in Israel – From bottom-up to Top down? Präsentation anlässlich des sechsten Treffens des European TTO Circle. <https://ec.europa.eu/assets/jrc/events/20140120-tto-circle/jrc-20140120-tto-circle-messer.pdf> (abgerufen am 12.10.2018).
- MFA – Ministry of Foreign Affairs (2018): PM Netanyahu's remarks at the start of the weekly Cabinet meeting. 25.03.2018. <http://mfa.gov.il/MFA/PressRoom/2018/Pages/PM-Netanyahu-s-remarks-at-the-start-of-the-Cabinet-meeting-25-March-2018.aspx> (abgerufen am 12.10.2018).
- MoH – Ministry of Health (2016): Israel's Digital Health Strategy. <https://www.bmcev.de/wp-content/uploads/2016/05/2016-05-15-Yanovsky-Dagan-MoH.-Digital-Health-Strategy.pdf> (abgerufen am 14.10.2018).
- MST – Ministry of Science and Technology/RF – Republique Française (2018): Israeli-French High Council for Scientific & Technological Cooperation – Call for Proposals 2019. Research Program „Maïmonide-Israel“ (Presseerklärung). https://www.gov.il/BlobFolder/rfp/3_most_rfp20180517/he/Call%20for%20Proposals%202019-Mai%CC%88monide.doc (abgerufen am 14.10.2018).
- N** Netanyahu, B. (2016): PM Netanyahu's Speech at the United Nations General Assembly. 22.09.2016. https://www.gov.il/BlobFolder/news/speechun220916/he/english_mediacenter_speeches_documents_speechun220916eng_1.doc (abgerufen am 12.10.2018).
- Netanyahu (2018): Full text of Netanyahu's 2018 address to AIPAC. <https://www.timesofisrael.com/full-text-of-netanyahus-2018-address-to-aipac/> (abgerufen am 12.10.2018).
- R** Roland Berger (2016): Lessons From the Start-Up Nation. How global companies are tapping into Israel's innovation pipeline and what other countries can learn. https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/tab_start_ups_israel_final.pdf (abgerufen am 14.10.2018).
- S** Schindler, Max (2017): Israeli support for AI slipping, Nvidia executive says. Max Schindler. 15.11.2017, Jerusalem Post. <https://www.jpost.com/Business-and-Innovation/Israeli-support-for-AI-slipping-Nvidia-executive-says-514322> (abgerufen am 14.10.2018). Singer, D. (2017): Israel's Artificial Intelligence Startups. 17.09.2017. <https://becominghuman.ai/the-artificial-intelligence-industry-is-expected-to-be-worth-59-8-965535c9958e> (abgerufen am 14.10.2018).

Singer, D. (2018): Israel's Artificial Intelligence Landscape 2018. 30.08.2018. <https://hackernoon.com/israels-artificial-intelligence-landscape-2018-83cdd4f04281> (abgerufen am 14.10.2018).

- T** The Rachel and Selim Benin School of Computer Science and Engineering (k. D.): Website. <https://www.cs.huji.ac.il/research/research-centers> (abgerufen am 14.10.2018)

Technion (2017): Deep Learning. Researchers from the Technion Computer Science Department introduce unprecedented theoretical foundation to one of the hottest scientific fields today. 06.04.2017. <https://www.technion.ac.il/en/2017/04/deep-learning/> (abgerufen am 16.10.2018).

Technion (2018): The Technion and Intel to inaugurate joint Center for Artificial Intelligence. 09.10.2018. <https://www.technion.ac.il/en/2018/10/the-technion-and-intel-to-inaugurate-joint-center-for-artificial-intelligence/> (abgerufen am 16.10.2018).

- U** UNESCO (2015): UNESCO Science Report. Towards 2030. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002354/235406e.pdf> (abgerufen am 16.10.2018).

UNESCO (2018): Towards a monopolization of research in artificial intelligence? 20.07.2018. http://www.unesco.org/new/en/media-services/single-view/news/towards_a_monopolization_of_research_in_artificial_intelligence/ (abgerufen am 16.10.2018).

- Z** ZEIT, DIE (2017): „Homo Deus“. Ist die Menschheit bald am Ende. 10.04.2017. <https://www.zeit.de/kultur/literatur/2017-04/homo-deus-yuval-noah-harari-buchkritik/komplettansicht> (abgerufen am 16.10.2018).

Vereinigte Arabische Emirate



- A** Achkhanian, M. (2018): First AI university degree programme in UAE launched. 17.06.2018, GULF NEWS. <https://gulfnews.com/news/uae/society/first-ai-university-degree-programme-in-uae-launched-1.2252904> (abgerufen am 04.10.2018).

Area 2071 (2018): Homepage. <https://area2071.ae/> (abgerufen am 02.10.2018).

- B** Boland, B.; Cadena, A.; Law, J.; Lv, K.; Means, J.; Remes, J.; Sinha, S.; Strube, G.; Tann (von der), V.; Woetzel, J. (2018): Smart Cities: Digital solutions for a more livable future. Juni 2018. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Smart%20cities%20Digital%20solutions%20for%20a%20more%20livable%20future/MGI-Smart-Cities-Full-Report.ashx> (abgerufen am 27.10.2018).

- D** Dartnell, J. (2018): The 5 technologies that will transform DP World. 01.03.2018, Tahawultech. <https://www.tahawultech.com/cnme/editors-picks/5-technologies-transform-dp-world/> (abgerufen am 20.10.2018).

Dubai Data (2016): Homepage. <http://dubaidata.ae/> (abgerufen am 08.10.2018).

Dubai Future Foundation (2016a): Dubai's 3D Printing Strategy. <https://www.dubaifuture.gov.ae/our-initiatives/dubai-3d-printing-strategy/> (abgerufen am 08.10.2018).

- Dubai Future Foundation (2016b): Dubai's Autonomous Transportation Strategy. <https://www.dubaifuture.gov.ae/our-initiatives/dubais-autonomous-transportation-strategy/#1458229665815-d71b8236-2fec8fc7-fbc6> (abgerufen am 07.10.2018).
- Dubai Future Foundation (2017a): Dubai 10X. Homepage. <https://dubai10x.ae/> (abgerufen am 07.10.2018).
- Dubai Future Foundation (2017b): One Million Arab Coder Initiative. Homepage. <http://www.arabcoders.ae/en/> (abgerufen am 10.10.2018).
- Dubai Government, Dubai Electronic Security Center (2017): Dubai Cyber Security Strategy. <https://government.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/local-governments-strategies-and-plans/dubai-cyber-security-strategy> (abgerufen am 20.10.2018).
- E** Elsaadani, A.; Hakutangwi, E.; Purdy, M. (2018): Pivoting with AI. How Artificial Intelligence can drive diversification in the Middle East. Accenture. https://www.accenture.com/t20180509T033303Z_w_us-en/_acnmedia/PDF-77/Accenture-Impact-AI-GDP-Middle-East.pdf (abgerufen am 05.10.2018).
- G** GovTech Prize (2017). Homepage. <http://govtechprize.ae/en/> (abgerufen am 07.10.2017).
- Groth, O.; Nitzberg, M. (2018): Solomon's Code: Humanity in a World of Thinking Machines. New York: Pegasus, 1. Auflage.
- Gulf Business (2017): UAE launches 2071 project to become world's best country. 22.03.2017. (abgerufen am 07.10.2017).
- Gulf News (2018): AE and India sign agreement on Artificial Intelligence. 28.07.2018. <https://gulfnews.com/news/uae/government/uae-and-india-sign-agreement-on-artificial-intelligence-1.2258074> (abgerufen am 08.10.2017).
- I** IIAI (2018): Homepage. <http://www.inceptioniai.org/> (abgerufen am 02.10.2018).
- M** Malek, C. (2018): UAE to phase out immigration officers in favour of AI by 2020. 14.02.2018, The National. <https://www.thenational.ae/uae/government/uae-to-phase-out-immigration-officers-in-favour-of-ai-by-2020-1.704633> (abgerufen am 07.10.2018).
- Masudi, F. (2018): First-ever UAE AI summer camp to begin on July 1. 10.06.2018, Gulf News. <https://gulfnews.com/news/uae/education/first-ever-uae-ai-summer-camp-to-begin-on-july-1-1.2239891> (abgerufen am 10.10.2018).
- Ministry of Cabinet Affairs and the Future (2017): UAE's Fourth Industrial Revolution Strategy. <https://government.ae/-/media/About-UAE/Strategies/UAE-4-IR-Strategy/En-UAE-4-IR-Strategy.ashx?la=en> (abgerufen am 01.10.2018).
- S** Schulz, B. (2018): Auf der Sonnenseite der Moderne. 05.12.2017, Tagesspiegel. <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/immobilien/was-wurde-aus-der-zukunftsstadt-masdar-city-auf-der-sonnenseite-der-moderne/20658020.html> (abgerufen am 27.10.2018).

U UAE Cabinet (2017): UAE Reveals largest-ever structural changes in government. <https://uaecabinet.ae/en/details/news/uae-reveals-largest-ever-structural-changes-in-government> (abgerufen am 01.10.2018).

UAE Cabinet (2018): Mohammed Bin Rashid launches five-decade government plan 'UAE Centennial 2071'. <https://uaecabinet.ae/en/details/news/mohammed-bin-rashid-launches-five-decade-government-plan-uae-centennial-2071> (abgerufen am 08.10.2018).

UAE Free Zones (2018): Homepage. <http://www.uaefreezones.com/> (abgerufen am 07.10.2018).

UAE Government (2018): The United Arab Emirates' Government portal. <https://government.ae> (abgerufen am 08.10.2018).

W World Government Summit (2017): Homepage. <https://www.worldgovernmentsummit.org/home> (abgerufen am 07.10.2018).

Z Zacharias, A. (2018): UAE Cabinet forms Artificial Intelligence Council. 05.03.2018, The National. <https://www.thenational.ae/uae/uae-cabinet-forms-artificial-intelligence-council-1.710376> (abgerufen am 02.10.2018).

Indien



B Balaji, S.(2018): A New Generation of Indian Startups is Here. 07.07.2018, Forbes. <https://www.forbes.com/sites/sindhujabalaji/2018/07/05/a-new-generation-of-indian-startups-is-here-and-these-specialist-vcs-are-driving-it/#57b14d282c46> (abgerufen am 02.11.2018).

C Confederation of Indian Industry, Government of Karnataka (2018): Innovation Summit. Homepage. <https://innovationsummit.co/> (abgerufen am 31.10.2018).

Cumming, L. (2018): Google India launches new program for India-based ML/AI startups. 10.07.2018, Digital Journal. <http://www.digitaljournal.com/tech-and-science/technology/google-india-launches-new-program-for-india-based-ml-ai-startups/article/526748> (abgerufen am 01.11.2018).

G Government of India (2016): National Telecom Policy, 1994. Department of Telecommunications Homepage. 05.08.2016. <http://www.dot.gov.in/national-telecom-policy-1994> (abgerufen am 06.11.2018).

Government of India (2018a): Text Of PM's Address At The Inauguration Of The Wadhvani Institute Of Artificial Intelligence. 18.02.2018, Press Information Bureau. <http://pib.nic.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=176634> (abgerufen am 29.10.2018.)

Government of India (2018b): Make In India. Government of India Website. <http://www.makeinindia.com/about> (abgerufen am 29.10.2018).

Government of India (2018c): Digital India. Government of India Website. <http://digitalindia.gov.in/content/about-programme> (abgerufen am 04.11.2018).

- Goyal, M. (2018): How India is carving out a niche for itself in the field of Artificial Intelligence. 17.06.2018, Economic Times. <https://economictimes.indiatimes.com/tech/ites/how-india-is-carving-out-a-niche-for-itself-in-the-field-of-artificial-intelligence/articleshow/64616959.cms> (abgerufen am 20.10.2018).
- H** Hebrar, P. (2018): Infosys On A Digital Path With AI And Automation, Says CEO Salil Parekh. 21.10.2018, Analytics India Mag. <https://www.analyticsindiamag.com/infosys-on-a-digital-path-with-ai-and-automation-says-says-ceo-salil-parekh/> (abgerufen am 02.11.2018).
- I** IANS (2018a): NITI Aayog releases strategy on artificial intelligence, identifies 5 focus areas. 04.06.2018, The Times Of India. <https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/policy/niti-aayog-identifies-five-sectors-that-can-adopt-artificial-intelligence/articleshow/64450232.cms> (abgerufen am 01.11.2018).
- IANS (2018b): Facebook establishing task force for 2019 elections in India. 06.10.2018, thenewsminute.com. <https://www.thenewsminute.com/article/facebook-establishing-task-force-2019-elections-india-89554> (abgerufen am 02.11.2018).
- J** J, A. (2018): Accel Partners, IDG Ventures inject more capital into SigTuple Technologies. 26.06.2018, Vccircle.com. <https://www.vccircle.com/accel-partners-idg-ventures-inject-more-capital-into-sigtuple-technologies/> (abgerufen am 02.11.2018).
- M** Ministry of Commerce and Industry (2018): #startupindia. Homepage. <https://www.startupindia.gov.in/content/sih/en/home-page.html> (abgerufen am 28.11.2018).
- Mukherjee, S. (2018): Budget 2018: Govt. Still Strong On Digital India. 01.02.2018, Inc42.com. <https://inc42.com/buzz/budget-2018-ai-ml/> (abgerufen am 02.11.2018).
- N** NITI Aayog (2018): "National Strategy For AI: #AIforall". Government of India. http://niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf (abgerufen am 20.09.2018).
- P** PTI (2018a): Govt sets up group to study special economic zones policy. 06.06.2018, Times of India. http://timesofindia.indiatimes.com/articleshow/64478109.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst (abgerufen am 01.11.2018).
- PTI (2018b): Cabinet approves new telecom policy. 26.09.2018, Times of India. http://timesofindia.indiatimes.com/articleshow/65962962.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst (abgerufen am 01.11.2018).
- T** Tantri, M. (2013): India's SEZ Policy: A Retrospective Analysis. The Institute for Social and Economic Change. http://www.isec.ac.in/WP%20301%20-%20Malini%20L%20T_8.pdf (abgerufen am 01.11.2018).
- The National (2018): UAE-India Artificial Intelligence Bridge formed. 28.07.2018, The National. <https://www.thenational.ae/uae/uae-india-artificial-intelligence-bridge-formed-1.754872> (abgerufen am 06.11.2018).
- V** Velayanikal, M. (2018): India's AI startups are at a tipping point. 12.04.2018, Tech in Asia. <https://www.techinasia.com/hype-reality-ai-startup-ecosystem-india> (abgerufen am 04.11.2018).

Singapur



- A** AI Singapore (k. D.): Homepage. <https://www.aisingapore.org> (abgerufen am 09.10.2018).
- C** Channel NewsAsia. (2018): SMU launches AI research centre; will look at ethics and impact on Singapore's workforce. <https://www.channelnewsasia.com/news/technology/smu-launches-ai-research-centre-workforce-driverless-vehicles-10752558> (abgerufen am 16.10.2018).
- CIO Advisor (2018): 25 Hottest AI Companies – 2018. <https://artificial-intelligence.cioadvisorapac.com/vendors/25-hottest-ai-companies-2018-rid-29.html> (abgerufen am 24.10.2018).
- E** 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).
- European Alliance for Research Excellence (2018): The Global AI Race. How Countries around the world are encouraging AI through TDM-friendly copyright legislation. <http://eare.eu/assets/uploads/2018/06/Global-AI-Race.pdf> (abgerufen am 19.10.2018).
- F** Forbes Custom (2018): Singapore: A Global Hub For Innovation – Forbes Custom. <https://custom.forbes.com/2018/08/13/singapore-a-global-hub-for-innovation/> (abgerufen am 15.10.2018).
- G** Goh, G. (2017): DataRobot Invests \$15 Million SGD to Boost AI Opportunities in Singapore. Data Robot. <https://www.datarobot.com/news/datarobot-invests-s15-million-boost-ai-singapore/> (abgerufen am 16.10.2018).
- GovTech Singapore (2017): AI Singapore: How a small island plans to bridge AI research and reality. <https://www.tech.gov.sg/TechNews/Innovation/2017/11/AI-Singapore-How-a-small-island-plans-to-bridge-AI-research-and-reality> (abgerufen am 16.10.2018).
- I** InfoComm Media Development Authority (k. D.): TechSkills Accelerator. <https://www.imda.gov.sg/imtalent/about-us/frameworks-and-initiatives/techskills-accelerator--tesa> (abgerufen am 19.10.2018).
- InfoComm Media Development Agency (2017a): Infocomm Media Industry Transformation Map – Infocomm Media Development Authority. <https://www.imda.gov.sg/about/newsroom/media-releases/2017/infocomm-media-industry-transformation-map> (abgerufen am 17.10.2018).
- Infocomm Media Development Agency (2017b): Artificial Intelligence. Industry Initiatives. <https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/about/media-releases/2017/annex-a---ai-industry-initiatives.pdf?la=en> (abgerufen am 17.10.2018).
- InfoComm Media Development Agency (2018a): AI, Analytics and Fintech boost for Singapore's digital economy. <https://www.imda.gov.sg/infocomm-and-media-news/buzz-central/2017/5/ai-analytics-and-fintech-boost-for-singapore-digital-economy> (abgerufen am 18.10.2018).
- InfoComm Media Development Agency (2018b): Digital Economy Framework for Action – Infocomm Media Development Authority. <https://www.imda.gov.sg/sgdigital/digital-economy-framework-for-action> (abgerufen am 18.10.2018).

InfoComm Media Development Authority (2018c): Fact Sheet. AI for Industry. AI for Everyone. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/about/media-releases/2018/factsheet_ai4i_ai4e.pdf?la=en (abgerufen am 16.10.2018).

InfoComm Media Development Agency (2018d): AI Business Partnership Programme. <https://www.imda.gov.sg/industry-development/programmes-and-grants/enterprises/ai-business-partnership-programme> (abgerufen am 18.10.2018).

Iswaran, S. (2018a): Speech by Minister S. Iswaran, Minister for Communications and Information, at AI Singapore's 1st Year Anniversary Event on 30 August 2018. Ministry of Communications and Information. <https://www.mci.gov.sg/pressroom/news-and-stories/pressroom/2018/8/speech-by-minister-s-iswaran-at-ai-singapores-1st-year-anniversary-event-on-30-august-2018> (abgerufen am 09.10.2018).

Iswaran, S. (2018b): Speech by Mr S. Iswaran, Minister for Communications and Information at the Innovfest Unbound 2018, 05.06.2018, Singapore. Ministry of Communications and Information. <https://www.mci.gov.sg/pressroom/news-and-stories/pressroom/2018/6/speech-by-mr-s-iswaran-at-the-innovfest-unbound-2018-on-5-june-2018> (abgerufen am 09.10.2018).

- K** Kwang, K. (2018): 10,000 in Singapore to be taught AI basics for free. Channel NewsAsia. <https://www.channelnewsasia.com/news/technology/ai-free-lessons-basics-singapore-artificial-intelligence-10666360> (abgerufen am 19.10.2018).
 - L** Linehan, M. (2017): Artificial Intelligence in Asia: Who's leading the race – Singapore, China or Japan? KYC360. <https://kyc360.com/article/artificial-intelligence-asia-boss-singapore-china-japan/> (abgerufen am 13.10.2018).
 - M** Ministry of Law Singapore (2016): Public Consultation on Proposed Changes to Copyright Regime in Singapore. <https://www.mlaw.gov.sg/content/dam/minlaw/corp/assets/documents/Public%20Consultation%20Paper%20on%20Proposed%20Changes%20to%20Copyright%20Regime%20in%20Singapore%20August%202016.pdf> (abgerufen am 13.10.2018).
 - N** National Research Foundation (k. D.): AI Singapore. <https://www.nrf.gov.sg/programmes/artificial-intelligence-r-d-programme> (zuletzt aktualisiert am 16.04.2018, abgerufen am 08.10.2018).
- National University of Singapore (2018): AI Singapore AI in Health Grand Challenge – Call For Proposals. <http://www.nus.edu.sg/dpr/InfoForResearchers/aisingaporeResearch.html> (abgerufen am 19.10.2018).
- O** OECD (2013): Structural Policy Country Notes Singapore. <https://www.oecd.org/dev/asia-pacific/Singapore.pdf> (abgerufen am 20.10.2018).

Open Gov Asia Online (2017): IMDA's accreditation programme for Singapore-based tech product companies to expand its scope. <https://www.opengovasia.com/imdas-accreditation-programme-for-singapore-based-tech-product-companies-to-expand-its-scope/> (abgerufen am 17.10.2018).

Open Gov Asia Online (2018): Deepening national AI capabilities – What is AI Singapore and what does it do. https://sis.smu.edu.sg/sites/sis.smu.edu.sg/files/%5Bcurrent-domain%3Amachine_name%5D/news_room/20180328-OpenGovAsia-News-Deep.pdf (abgerufen am 17.10.2018).

- P** Peiling, H. (2018): SMU School of Law awarded significant research grant to address governance of AI and data use, in support of the development of Singapore's digital economy. Singapore Management University. <https://law.smu.edu.sg/news/2018/06/05/smu-school-law-awarded-significant-research-grant-address-governance-ai-and-data-use> (abgerufen am 16.10.2018).
- Personal Data Protection Commission Singapore (2018): Discussion Paper on AI and PD. <https://www.pdpc.gov.sg/-/media/Files/PDPC/PDF-Files/Resource-for-Organisation/AI/Discussion-Paper-on-AI-and-PD---050618.pdf> (abgerufen am 18.10.2018).
- Personal Data Protection Commission Singapore (k. D.): Who We Are. <https://www.pdpc.gov.sg/About-Us/Who-We-Are> (abgerufen am 18.10.2018).
- R** Reuters (2018): Singapore semiconductor growth to ease in 2018: industry group head. <https://www.reuters.com/article/singapore-economy-manufacturing/singapore-semiconductor-growth-to-ease-in-2018-industry-group-head-idUSL4N1QJ2SX> (abgerufen am 01.11.2018).
- RSM International Foundation (2018): Doing Business in Singapore. http://www.rsmsingapore.sg/download/Doing-Business-in-Singapore-Guide_En.pdf (abgerufen am 18.10.2018).
- S** SkillsFuture (k. D.): About SkillsFuture. <http://www.skillsfuture.sg/AboutSkillsFuture> (abgerufen am 17.10.2018).
- Smart Nation Singapore (2018): About Smart Nation – Strategic Projects and Enablers. <https://www.smartnation.sg/about/Smart-Nation> (abgerufen am 17.10.2018).
- Smart Nation (2018): Digital Government Blueprint. A Singapore Government This is Digital to the Core, and serves with Heart. https://www.smartnation.sg/docs/default-source/default-document-library/dgb_booklet_june2018.pdf (abgerufen am 18.10.2018).
- SME Portal (2018): SMEs Go Digital. <https://www.smeportal.sg/content/smeportal/en/moneymatters/grants/smes-go-digital.html> (zuletzt aktualisiert am 18.10.2018, abgerufen am 19.10.2018).
- SME Portal (2018): Manufacturing – SME Portal. <https://www.smeportal.sg/content/smeportal/en/industries/manufacturing.html> (abgerufen am 26.10.2018).
- Startup Genome (2017): The 2017 Global Startup Ecosystem Report. <https://startupgenome.com/report2017/> (abgerufen am 18.10.2018).
- T** Tan, A. (2018): Singapore workers worst hit by impact of AI in ASEAN. Computer Weekly. <https://www.computerweekly.com/news/252448722/Singapore-workers-worst-hit-by-impact-of-AI-in-ASEAN> (abgerufen am 17.10.2018).
- Tegos, M. (2017): Tech in Asia – Connecting Asia's startup ecosystem. Techinasia.com. Verfügbar unter: <https://www.techinasia.com/marvelstone-ai-hub-lattice80> (abgerufen am 24.10.2018).
- U** UN E-Government Knowledgebase (k. D.): E-Government Development Index (EGDI). <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/About/Overview/-E-Government>, (abgerufen am 18.10.2018).

- V** Varakantham, P.; An, B.; Low, B.; Zhang, J. (2017): Artificial Intelligence Research in Singapore: Assisting the Development of a Smart Nation. AI Magazine. <https://pdfs.semanticscholar.org/2b75/9412afd330d068fc9928a9c5942ffdd3ff3f.pdf> (abgerufen am 14.10.2018).
- W** Williams, A. (2017): Singapore No. 1 in world for start-up talent: Report. The Straits Times. <https://www.straitstimes.com/singapore/singapore-no-1-in-world-for-start-up-talent-report> (abgerufen am 26.10.2018).

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. Zudem möchten sich die Autoren bei Prof. Dr. Matthias Harter (Hochschule Rhein-Main), Prof. Yasuo Kuniyoshi (Universität Tokio), Leila Saari (Analytics Plus Finland) und Outi Keski-Äijö (Business Finland) für die wertvollen Hintergrundinformationen bedanken, die diese Studie sehr bereichert haben. Dank gilt außerdem Chin-Man Choi, der bei der Übersetzung koreanischer Dokumente geholfen hat, Marta Gorski für die Recherchen zu Kanada sowie den Journalisten Thomas Kieschnick und Marten Hahn für ihre Unterstützung bei der sprachlichen Überarbeitung. Darüber hinaus gilt Paula Weise unser Dank für die spontane Bereitschaft, das Layout des Berichts zu entwickeln.

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 Hightech-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 MIT 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 Internationalem 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-Dubberke ist Absolvent der Universität Leipzig und Kandidat für den Executive Master of Public Administration (EMPA) der Hertie School of Governance in Berlin. Für die GIZ GmbH, Deutschlands führenden Dienstleister für internationale Zusammenarbeit und nachhaltige Entwicklung, berät er das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) im Bereich Urbanisierung. Bei Cambrian.ai ist er als Senior-Analyst für die vorliegende Studie tätig.

E-Mail: toni.kaatz-dubberke@posteo.de

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/toni-kaatz-dubberke-5a24b1a>

Franziska Frische absolvierte ihr Bachelorstudium der Wirtschaft und Politik an der HTW Berlin. Nach zweieinhalbjähriger Arbeitserfahrung im politischen Betrieb des Deutschen Bundestags widmet sie sich nun dem Masterstudium der Empowerment-Studies im Umfeld internationaler Politik. Sie ist bei Cambrian.ai Junior-Analystin für die vorliegende Studie.

E-Mail: franziska.frische@gmail.com

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/franziska-frische-b3ab02133/>

Suhail Shersad verfolgt derzeit seinen Master als Harry A. Radcliffe II Scholar an der Fletcher School der Tufts University, wo er Fragen der politischen Ökonomie im Zusammenhang mit Entwicklung und Technologie untersucht. Er hat Erfahrungen in Makroökonomie und Cyberpolitik in Bezug auf Entwicklungsländer und in der Erforschung von Industrieunternehmen gesammelt. So hat er unter anderem die libanesische Sonderwirtschaftszonenbehörde beraten. Bei Cambrian.ai arbeitet er als Analyst für die vorliegende Studie.

E-Mail: Suhail.Shersad@tufts.edu

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/suhail-shersad-27a739b8/>

Maximilien Meilleur aus Montreal hat über zehn Jahre Erfahrung als Digitalstratege und *Customer Experience Designer*. Er studierte Ingenieurwesen und hat einen MBA in Internationaler Strategie und der Verbreitung neuer Technologien von der Hult International Business School. Seine aktuelle Hauptaufgabe ist die Berichterstattung über die Fortschritte und Anwendungsfälle von KI- und Blockchain-Technologien. Bei Cambrian.ai arbeitet er als Analyst für die vorliegende Studie.

E-Mail: maxmeilleur@gmail.com

Twitter: Maxmeilleur

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

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 einer dreiteiligen Publikation einen vergleichenden Überblick über die KI-Strategien wichtiger Volkswirtschaften liefern (Teil 1 & 2) und die deutsche KI-Strategie im internationalen Vergleich analysieren (Teil 3), um damit die deutsche und internationale Debatte zu bereichern. Wir glauben: „Tech is politics“ – und darüber sollten Politik und Zivilgesellschaft stärker ins Gespräch kommen.