



**Stellungnahme der
Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
zur Nationalen Strategie für Künstliche
Intelligenz der Bundesregierung**

Pressekontakt:

Daniel Krupka - Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Geschäftsstelle Berlin: Anna-Louisa-Karsch-Str.2, 10178 Berlin, Tel.: +49 30 7261 566-15, berlin@gi.de

Geschäftsstelle Bonn: Wissenschaftszentrum, Ahrstr. 45, 53175 Bonn, Tel.: +49 228 302-145, bonn@gi.de

Web: www.gi.de



INHALT

EINLEITUNG	3
1. FORSCHUNG IN DEUTSCHLAND UND EUROPA STÄRKEN	8
2. TRANSFER IN DIE WIRTSCHAFT	10
3. ARBEITSWELT UND ARBEITSMARKT	13
4. AUSBILDUNG STÄRKEN UND BRAIN-DRAIN VERMEIDEN	16
5. DATEN VERFÜGBAR UND NUTZBAR MACHEN	21
6. ORDNUNGSRAHMEN ANPASSEN UND RECHTSSICHERHEIT GEWÄHRLEISTEN	23
7. STANDARDS SETZEN	26
8. DIALOGE IN DER GESELLSCHAFT FÜHREN UND HANDLUNGSRAHMEN WEITERENTWICKELN	28



Einleitung

Die Bundesregierung hat im November auf einer Klausurtagung in Potsdam die Strategie Künstliche Intelligenz (KI) vorgelegt. Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) als wichtigste Interessensvertretung der Informatik im deutschsprachigen Raum und insbesondere der **GI-Fachbereich Künstliche Intelligenz (GI-FBKI)** als eine der größten KI-Gemeinschaften in Europa begrüßen die Bestrebung der Bundesregierung sowohl Forschung und Entwicklung als auch Anwendung von KI in Deutschland und Europa auf ein weltweit führendes Niveau zu bringen. Die Strategie hat alle wesentlichen Vorschläge aufgenommen, die die GI im Rahmen des Konsultationsprozesses eingebracht hat. Im Folgenden werden die essentiellen Punkte dieser Stellungnahme der GI in einer überarbeiteten und erweiterten Fassung dargelegt.

Der **Begriff „Künstliche Intelligenz“** wird im aktuellen, öffentlichen Diskurs leider sehr beliebig genutzt und zu Unrecht oft ausschließlich reduziert auf den des maschinellen Lernens. Die Strategie der Bundesregierung setzt sich hiervon begrüßenswerter Weise sehr bewusst ab und kann somit sowohl das enorme Potential als auch die Risiken der Forschung und Anwendung von KI in ihrer gesamten Breite geeignet adressieren. Aus der Perspektive einer sogenannten „starken“ KI, würden intelligente Systeme dem Menschen in seinen Fähigkeiten und seinem Kompetenzspektrum in nichts nachstehen und sich ihre Aufgaben sogar selbst setzen können. Als Systeme der sogenannten „schwachen KI“ würden sie dagegen Aufgaben und Hilfestellungen im Wesentlichen vom Menschen erhalten und ihre Kompetenz auf einzelne Spezialgebiete beschränken. Die KI-Strategie der Bundesregierung bezieht sich begrüßenswerter Weise auf die „schwache KI“.

Das **Forschungsgebiet KI** umfasst neben dem Bereich des Maschinellen Lernens (ML) eine große Palette weiterer Forschungsgebiete, wie beispielsweise wissensbasierte Systeme und Deduktion, Robotik, intelligente Suche und Optimierung, automatische Planung und Konfiguration. Auch in diesen Gebieten der KI wurden in den letzten Jahren signifikante Innovationen und Erfolge in der Anwendung, insbesondere auch im Zuge der Digitalisierung und Industrie 4.0 erzielt. Eine aktuell besonders beachtete Sprunginnovation betrifft ein Teilgebiet von ML in der KI, das sogenannte tiefe Lernen mit Hilfe von künstlichen neuronalen Netzen, auch als „Deep Learning“ bezeichnet. Dieses Spezialgebiet gehört in den Bereich der sogenannten „subsymbolischen KI“, wohingegen die Forschung und Entwicklung in



vielen der zuvor erwähnten anderen Teilgebieten der KI auch Methoden der sogenannten „symbolischen KI“ berücksichtigt. Diese greifen auf explizit symbolisch dargestelltes, formal-logisch verarbeitetes Wissen zurück und ermöglichen insbesondere im Vergleich zu Deep Learning eine für den Menschen bessere Erklärbarkeit und Verifikation von Ergebnissen und Systemverhalten, eine Grundvoraussetzung für erklärbare, nachvollziehbare und verantwortungsvolle KI in allen Anwendungsbereichen.

Die KI-Strategie der Bundesregierung plädiert für die Entwicklung eines nationalen bzw. europäischen Wegs unter Einbezug und Ausbau bereits bestehender KI-Kompetenzen sowie unter Berücksichtigung nationaler und europäischer Normen- und Wertesysteme. Eine **signifikante Förderung von KI in Forschung, Lehre und praktischer Anwendung** soll unter der Bezeichnung „Artificial Intelligence (AI) made in Germany“ auf einer breiten wissenschaftlichen und technologischen Basis unter Berücksichtigung bereits in Deutschland bestehender, exzellenter Kompetenzen in der KI als Ganzes erfolgen, also zum Beispiel nicht nur auf das KI-Teilgebiet Maschinelles Lernen beschränkt werden. Die GI begrüßt diese Bestrebung nachdrücklich!

Eine der zentralen, künftigen **Herausforderungen für die KI-Forschung** stellt daher die Entwicklung von Methoden zur **Integration von Technologien aus unterschiedlichen KI-Teilbereichen**, nicht beschränkt auf maschinelles Lernen oder künstliche neuronale Netze, und anderen Disziplinen wie Bildverarbeitung dar. Dies kann zur Entwicklung von neuen, innovativen KI-Systemen und Anwendungen führen, die in einer realen Umwelt mit und für den Menschen sicher und verständlich nachvollziehbar, situativ optimal interagieren, lernen, selbst reflektieren, planen und handeln. Kollaborative Roboter und intelligente virtuelle Agenten, die vertrauenswürdig, effektiv und sicher Hand in Hand mit dem Menschen in sogenannten hybriden Teams in der intelligenten Produktion oder Rettungsdiensten arbeiten sind hierfür nur ein Beispiel.

Neben dem Aufbau von weiteren **Zentren für KI-Spitzenforschung in Deutschland**, mit besonderer Position des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz, ist eine breitere Förderung von Hochschulen notwendig, um die Exzellenz auch in der Breite und durch optimale Ausbildung von benötigten Fachkräften in der KI zu ermöglichen. Die KI-Strategie sieht in diesem Kontext vor, ein **Programm zur wissenschaftlichen Nachwuchsförderung und Lehre im Bereich**



KI aufzulegen; insbesondere sollen 100 KI-Professuren neu geschaffen werden. Die GI begrüßt diese Absicht ausdrücklich! Dabei ist allerdings sehr zu hoffen, dass diese Stellen nicht nur international konkurrenzfähig bestens und langfristig ausgestattet werden, sondern auch inhaltlich die KI als Ganzes exzellent abdecken können. Eine zu enge Fokussierung auf maschinelles Lernen oder verwandte Felder wie Data Science, wie bereits auf dem aktuellen Stellenmarkt sichtbar, würde die Gefahr bergen, dass ein erhebliches Potenzial an Spitzenforschung auch in anderen Teilgebieten der KI und deren wirtschaftliche Verwertung auf entsprechend lange Zeit, ob ungewollt oder nicht, unberücksichtigt bleibt. Damit besteht das sehr hohe Risiko, dass im internationalen Vergleich unser wissenschaftlicher Mittelbau in der deutschen KI-Forschung bereits auf kurze und mittlere Sicht extrem geschwächt wird – und damit auch ein ansteigendes Abwandern von Fachkräften und Experten in der KI ins Ausland („Brain-Drain“) einhergeht.

Als ein weiteres Ziel wird die **verantwortungsvolle und am Gemeinwohl orientierte Entwicklung und Nutzung von KI** genannt. Das impliziert insbesondere Forderungen nach hohen Qualitäts- und Sicherheitsstandards, sowie nach der Beachtung ethischer und rechtlicher Grundsätze im gesamten Prozess der KI-Entwicklung und -Anwendung. Die Strategie plädiert hier für einen „**Ethics by, in and for design**“-Ansatz **als integralen Bestandteil und damit Markenzeichen einer „AI made in Europe“**. Die GI unterstützt diese Forderungen nachdrücklich! Wichtige Herausforderungen in diesem Zusammenhang betreffen beispielsweise die **Reproduzierbarkeit, Transparenz, Erklärbarkeit und idealerweise sogar Verifizierbarkeit von KI-Systemen**. Insbesondere in sehr kritischen Anwendungsgebieten sollten entsprechend hohe Qualitätsmerkmale von KI-Technologien eingefordert werden. Ein Beispiel ist die nicht-triviale Anforderung an KI-Systeme zur **Vermeidung von Diskriminierung jeder Art**, auch wenn dies möglicherweise eine Verringerung der Leistungsfähigkeit solcher Systeme in der Wertschöpfung bedeuten könnte.

Nach der KI-Strategie der Bundesregierung soll zudem **KI-Forschung zum Schutz der äußeren Sicherheit und für militärische Zwecke** im Rahmen der Ressortzuständigkeiten durchgeführt werden. Hierzu ist anzumerken, dass sich führende KI-Wissenschaftler in Europa und weltweit bereits in der Vergangenheit sehr kritisch dazu positioniert haben und für eine Entschleunigung der Aktivitäten im militärischen Bereich ausgesprochen haben, insbesondere bei der Entwicklung intelligenter autonomer Waffensysteme. Der GI Fachbereich Künstliche Intelligenz unterstützt



die Initiative **gegen intelligente, autonome Waffensysteme mit Entscheidungsgewalt zur Tötung von Menschen** (<https://futureoflife.org/lethal-autonomous-weapons-pledge>), sieht darin auch einen weiteren wichtigen Beitrag zu einem möglichen Markenkern der „AI made in Germany“ und fordert eine solche Berücksichtigung in der Konkretisierung der KI-Strategie der Bundesregierung.

Diese Stellungnahme wurde maßgeblich vom Fachbereich Künstliche Intelligenz (FBKI) unter Mitarbeit der Fachbereiche Informatik und Gesellschaft (FB IUG), Informatik und Ausbildung/ Didaktik der Informatik (FB IAD), Sicherheit (FBS), der Fachgruppe Rechtsinformatik (FG RI) und der Geschäftsstelle der GI von folgenden Autoren entwickelt:

- PD Dr. Matthias Klusch (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz / Sprecher FBKI)
- Prof. Dr. Ingo J. Timm (Universität Trier / Stv. Sprecher FBKI)
- Prof. Dr. Christina B. Class (Ernst-Abbe-Hochschule Jena / Sprecherin FB IUG)
- Prof. Dr. Christoph Sorge (Universität des Saarlandes / FG RI)
- Prof. Dr. Christoph Benz Müller (Freie Universität Berlin / FBKI)
- Dr. Tarek R. Besold (University College London / FBKI)
- Prof. Dr. Ulrich Furbach (Universität Koblenz-Landau / FBKI)
- Prof. Ulrich Geske (Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin / FBKI)
- Dr. Matthias Grabmair (Carnegie Mellon University / FG RI)
- Andreas Grillenberger (Freie Universität Berlin / FB IAD)
- Prof. Dr. Stefan Kirn (Universität Hohenheim / FBKI)
- Daniel Krupka (GI Geschäftsführung)
- Prof. Dr. Volker Markl (Technische Universität Berlin / FBKI)
- Dr. Daniel Sonntag (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz / FBKI)
- Prof. Dr. Frieder Stolzenburg (Hochschule Harz / FBKI)
- Dr. Stefan Ullrich (Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft / Stv. Sprecher FB IUG)
- Prof. Dr. Katharina Zweig (Technische Universität Kaiserslautern, GI Regionalgruppe Kaiserslautern)
- Bernhard C. Witt (Sprecher FBS)

Berlin, 30.11.2018



Über die Gesellschaft für Informatik e.V. und den GI-Fachbereich ‚Künstliche Intelligenz‘

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) ist mit rund 20.000 persönlichen und 250 korporativen Mitgliedern die größte und wichtigste Fachgesellschaft für Informatik im deutschsprachigen Raum und vertritt seit 1969 die Interessen der Informatikerinnen und Informatiker in Wissenschaft, Wirtschaft, öffentlicher Verwaltung, Gesellschaft und Politik. Mit 14 Fachbereichen, über 30 aktiven Regionalgruppen und unzähligen Fachgruppen ist die GI Plattform und Sprachrohr für alle Disziplinen in der Informatik. Weitere Informationen finden Sie unter www.gi.de.

Der GI-Fachbereich ‚Künstliche Intelligenz‘ (GI-FBKI) ist Träger der von der GI geförderten wissenschaftlichen Arbeit auf allen Teilgebieten der Künstlichen Intelligenz. Der Fachbereich veranstaltet eine jährliche Fachtagung KI, auf der insbesondere Arbeiten aus seinen aktuell 11 Fachgruppen und Arbeitskreisen zum Fachgebiet Künstliche Intelligenz vorgestellt werden. Ferner gibt der Fachbereich die Zeitschrift „Künstliche Intelligenz“ im Springer Verlag heraus, die neben fachlichen Aufsätzen zur KI auch über Aktivitäten im Fachbereich berichtet. Der GI-FBKI ist mit über 1.000 Mitgliedern eine der größten und wichtigsten nationalen KI-Verbände in Europa und Teil der europäischen KI-Dachorganisation EurAI (European Association for Artificial Intelligence). Weitere Informationen finden Sie unter www.kuenstliche-intelligenz.de



1. Forschung in Deutschland und Europa stärken

Die KI-Strategie der Bundesregierung sieht eine **signifikante Förderung von KI-Forschung** in Deutschland unter der Bezeichnung „AI made in Germany“ vor. Die GI begrüßt und unterstützt diese Absicht ausdrücklich. Eine substanzielle, strategische und langfristige Förderung von Grundlagenforschung zu nachvollziehbarer und verantwortlicher KI (Explainable / Responsible AI) insbesondere mit Anwendung in den Bereichen Gesundheitswesen, Umwelt- und Biotechnologie, Mobilität und autonomes Fahren sowie Industrie und Arbeit 4.0 ist ein wesentlicher Baustein für die Wettbewerbsfähigkeit des Forschungs- und Wirtschaftsstandorts Deutschland. In den letzten Jahren haben die Fortschritte auf den Forschungsgebieten des maschinellen Lernens und Big Data die Entwicklung und mediale Wahrnehmung der KI dominiert. Darüber hinaus sollte jedoch die jahrzehntelange, starke Tradition einer exzellenten, interdisziplinären und anwendungsorientierten KI-Forschung in Deutschland in ihren weiteren Kerngebieten wie Robotik, Wissensrepräsentation und Schließen, Sprachverarbeitung, Agententechnologien, Planen und Konfigurieren signifikant ausgebaut und vertieft werden.

Eine der zentralen, künftigen **Herausforderungen für die KI-Forschung** stellt die Entwicklung von Methoden für eine **geeignete Integration von unterschiedlichen KI-Technologien** dar, wie die formal-logische Inferenz von Wissen, automatisches Planen oder Lernen mit neuronalen Netzen, das sogenannte „Deep Learning“. Das kann zur Entwicklung von neuen, innovativen KI-Systemen und Anwendungen führen, die in einer realen Umwelt mit und für den Menschen sicher und vor allem verständlich nachvollziehbar, situativ optimal lernen, planen und handeln. In Echtzeit selbst-koordinierende Teams von Menschen mit vertrauenswürdig und sicher agierenden, kollaborativen Robotern und virtuellen Agenten in der industriellen Fertigung oder beim Rettungseinsatz in Gefahrenzonen sind nur einige Beispiele für Anwendungen.

Dabei sollte sich die **KI-Forschung interdisziplinär** auch am notwendigen kritischen, gesellschaftlichen Diskurs über Risiken und Chancen ihrer Anwendung und wirtschaftlichen Verwertung aktiv beteiligen - schon allein um überzogen optimistischen oder dystopischen Vorstellungen in diesem Kontext entgegenzuwirken. Eine begleitende Ausbildung von Wissenschaftlern in der KI-Forschung in Grundfragen der Technikethik (Ethik für Menschen im Umgang mit Maschinen), Maschinenethik (Entwicklung einer Ethik für „moralische“ Maschinen) und juristischen Grundlagen könnte hierfür sehr hilfreich sein. Die GI begrüßt



deshalb ausdrücklich die Pläne der Bundesregierung zu einer **verantwortungsvollen und am Gemeinwohl orientierten Entwicklung und Nutzung von KI**, sieht aber die Erforschung von KI-Anwendungsmöglichkeiten zum Schutz der äußeren Sicherheit und für militärische Zwecke im Rahmen der Ressortzuständigkeiten äußerst kritisch. So unterstützt der GI-FBKI die Initiative gegen intelligente, autonome Waffensysteme mit Entscheidungsgewalt (out-of-the-loop) zur Tötung von Menschen (<https://futureoflife.org/lethal-autonomous-weapons-pledge>) und sieht darin auch einen weiteren wichtigen Beitrag zu einem möglichen Markenkern der „AI made in Germany“.

Die **Weiterentwicklung von kooperativen Strukturen**, wie eine Plattform KI aus der bestehenden Plattform Lernende Systeme (<https://www.plattform-lernende-systeme.de>), zwischen der Wissenschaft in öffentlichen und privaten Lehr- und Forschungseinrichtungen, den Bereichen Staat und Politik, Zivilgesellschaft und Wirtschaft sowie Datenschutz und Informationssicherheit ist sehr zu begrüßen. Insbesondere können die vorgesehenen, überregionalen Zentren zur KI-Spitzenforschung, mit besonderer Position des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, hierzu sicherlich auch einen substanziellen Beitrag leisten. Für die öffentliche Verfügbarkeit von Daten und Informationen unterschiedlichster Wissensbereiche und Medien in der KI sollte eine hierfür geeignete nationale Infrastruktur aufgebaut werden, die eine wichtige Voraussetzung für eine transparente und kompetitive Entwicklung von innovativen Methoden in allen Bereichen der KI darstellt. In diesem Kontext ist eine abgestimmte Vorgehensweise mit hierfür relevanten, europäischen Initiativen für die KI-Spitzenforschung wesentlich, wie beispielsweise CLAIRE ([claire-ai.org](https://www.claire-ai.org)) oder die europäische AI On-Demand Plattform. Dabei sind selbstverständlich unterschiedliche Interessen wie Datenschutz, Nutzungsrecht und Persönlichkeitsrechte abzuwägen.

In Bezug auf eine Verbesserung bestehender **Förderformate** zur wirtschaftlichen Verwertung von KI-Forschung im Mittelstand (Forschungstransfer) würden flexibel gestaltete und längere Laufzeiten (>3 Jahre) von KI-Forschungstransferprojekten separat oder als Teil von umfänglich intensiven KI-Forschungsvorhaben im Verbund eine nachhaltige Konsolidierung von Innovationen in den Unternehmensprozessen unterstützen. Zusätzlich könnte man sich vorstellen, dass ein neuartiges Instrument zur Förderung von Hochrisikoprojekten mit kurzer Laufzeit (~1 Jahr) und ohne Verwertungsplan vorab hilft, Sprunginnovationen zu identifizieren. Die KI-Strategie



der Bundesregierung hat diese Vorstellungen generell aufgenommen und sollte diese nunmehr effektiv und unbürokratisch in deren Umsetzung konkretisieren.

Die wichtigsten Maßnahmen aus Sicht der GI:

1. Substanzielle, strategische und langfristige Förderung der Grundlagenforschung in allen Bereichen der KI, nicht beschränkt auf das KI-Teilgebiet Maschinelles Lernen.
2. Schaffung neuartiger Instrumente zur Förderung von Hochrisikoprojekten sowie international konkurrenzfähig ausgestatteter KI-Forschungsvorhaben im Verbund mit 5-10 Jahren Laufzeit anhand der gesamten Innovationspipeline (Grundlagenforschung 4-5 Jahre, angewandte Forschung 1-3 Jahre, Forschungstransfer/Produktisierung/Ausgründung 1-2 Jahre). Schnellere Entscheidungen und vereinfachtes Berichtswesen insbesondere für Projekte der reinen KI-Grundlagenforschung mit Exzellenz, sowie Förderung von Forschungsk Kooperationen im KI-Bereich mit ausländischen Universitäten und Forschungseinrichtungen.
3. Vermeidung von militärischer KI-Forschung zu intelligenten, autonomen Waffensystemen mit Entscheidungsgewalt zur Tötung von Menschen. Interdisziplinäre Forschung und Diskurs zu einer verantwortungsvollen und am Gemeinwohl orientierten Anwendung von KI.
4. Generelle Stärkung der Lehre zur KI an Schulen und Hochschulen durch Einbindung von KI-Themen in den jeweiligen Bildungskanon im Konsens. Einrichtung von neuen, international wettbewerbsfähig und langfristig ausgestatteten Lehrstühlen für KI als Ganzes, also nicht nur begrenzt auf das KI-Teilgebiet Maschinelles Lernen oder verwandte Gebiet wie Data Science (Siehe auch Kapitel 4).



2. Transfer in die Wirtschaft

Die Wirtschaft in Deutschland muss in der Lage bleiben, den weltweiten Anschluss an die wissenschaftliche Forschung und innovative Anwendung von Technologien der Künstlichen Intelligenz nicht zu verlieren. Dabei nimmt der Anteil der Forscher stetig zu, die in und für die Industrie arbeiten. Das bedeutet, dass die Wissenschaftsgemeinschaft an Hochschulen und Forschungsinstitutionen in Deutschland und Europa insgesamt nicht mehr nur mit den internationalen Elite-Universitäten um gute Wissenschaftler konkurriert, sondern auch mit aktuell ungleich besser ausgestatteten, industriefinanzierten Spitzenforschungslabors wie Google Deepmind oder Facebook AI Research. Die Wertschöpfungskette von Erkenntnis aus Grundlagenforschung zu Innovation zu Produkt basiert zumeist auf einem entsprechenden Wissensaustausch von Forschern statt, die von Hochschule zu Forschungsinstitut zu Unternehmen wechseln. Die verstärkte **Förderung des Transfers von Ergebnissen der KI-Spitzenforschung an Hochschulen und Forschungsinstituten in die Wirtschaft** ist daher eine wichtige Maßnahme.

Zusätzlich ist es aber auch erforderlich, das **Unternehmen entsprechende Forschungskapazitäten wieder aufbauen und mit den öffentlichen Institutionen und Hochschulen verknüpfen**. Dabei sollte zum einen vermieden werden, dass die KI-Spitzenforschung an Hochschulen und Forschungsinstitutionen zu Lasten innovativer Grundlagenforschung in reine Anwendungsentwicklung getrieben werden und zum anderen die Wirtschaft dafür gewonnen werden, sich in Kooperationen mehr als in den letzten Jahren auf **Vorlaufforschung** einzulassen.

Ein wichtiges Ziel sollte auch sein, eine **europäische Antwort auf durch Innovationen in der KI-Forschung mögliche neue Geschäftsmodelle** zu finden. Beispielsweise können neue KI-basierte Geschäftsprozesse und Anwendungen in der Medizin auch wirtschaftspolitische Impulse setzen und sind sowohl am Gemeinwohl orientiert als auch für die wirtschaftliche Verwertung hoch attraktiv. Auch vor diesem Hintergrund scheint eine nachhaltige und öffentlich betriebene **Open-Data-Strategie** nötig, denn Daten aber auch Informationen und Wissen sind generell eine Grundlage und Resultat vieler Technologien in den unterschiedlichsten KI-Teilbereichen.

Damit insbesondere auch kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) von KI-Forschung profitieren können, ist zusätzlich auch eine **Open-Source-Strategie für KI** angebracht. Die Unternehmen erwarten, dass „KI-Technologien von der Stange“ für sie sofort einsetzbar sind. Methoden und Toolboxen zur Unterstützung einer



Integration von KI-Technologien in Unternehmensprozesse sollten daher offen für Weiterentwicklung verfügbar und auf möglichst einfache Weise einsetzbar sein. Eine besondere Herausforderung stellt neben einer für diesen Zweck für beide Seiten geeigneten Infrastruktur vor allem auch die langfristige Pflege von entsprechenden Softwareprodukten dar.

Der **Datenschutz und Resilienz von KI-Technologien in kritischen Anwendungen gegen böartigen Attacken** sollte auch und gerade in geförderten Verbundvorhaben mit der Industrie stärker berücksichtigt werden als bisher. In industriellen Anwendungen eingesetzte KI-Technologien sind idealerweise nicht nur sicher, datenschutzkonform, nachvollziehbar und zuverlässig in ihrer Funktion sondern **in vertrauenswürdige Prozesse eingebunden, die dem Prinzip der Gewaltenteilung folgen**: Hersteller/Betreiber, Zulassungs- und Untersuchungsinstanz bei Fehlverhalten von KI-basierten Anwendungen in der Wirtschaft müssen nachweisbar voneinander unabhängig sein.

Die wichtigsten Maßnahmen aus Sicht der GI:

1. Initiierung von durch Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam getragenen Projekten in verschiedenen Anwendungsbereichen in Deutschland, möglichst zusammen mit unseren europäischen Partnern.
2. Auflegung spezieller Programme für einen befristeten, intensiven Austausch zwischen Wissenschaft und Industrie, um die Vernetzung der Innovatoren mit der Bedarfsseite zu verbessern.
3. Prüfung, ob im Bereich KI ein wichtiges Vorhaben von gemeinsamem europäischen Interesse (Important Project of Common European Interest, IPCEI) möglich ist.
4. Schaffung von technischen und rechtlichen Grundlagen für den Einsatz von sicheren, nachvollziehbaren und datenschutzkonformen KI-Systemen in der Wirtschaft.



3. Arbeitswelt und Arbeitsmarkt

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz und fortschreitende Digitalisierung in der Wirtschaft wird zu einem tiefgreifenden Wandel in der Arbeitswelt und auf dem Arbeitsmarkt führen. Das erfordert **neue Strategien zur Gestaltung und weiteren Humanisierung von Arbeit**. Die Bundesregierung spricht in ihrer KI-Strategie hierzu Themen wie **Mensch-Maschine-Schnittstellen und menschenzentrierte Technikgestaltung** an und hat bereits 2015 mit anderen Vertretern aus Gesellschaft, Industrie und Politik begonnen, diese Herausforderung unter dem Begriff **Arbeit 4.0** diskutiert¹.

Als eine mögliche Konsequenz der Digitalisierung und Einsatz von KI-Systemen in der Arbeitswelt wird beispielsweise eine Zunahme von gering qualifizierten Arbeitskräften im Dienstleistungssektor gesehen. Dies wiederum erfordert eine umfängliche, kostenintensive **Weiterbildung und Vermittlung von neuen, speziellen IT-Kenntnissen** an Arbeitnehmer (und Arbeitgeber), insbesondere im Blick auf eine alternde Gesellschaft mit immer späteren, gesetzlichen Renteneintrittszeiten. Es muss daher möglich sein, **Arbeitsnormen und Lohnbedingungen zeitnah und signifikant an diese Situation anzupassen**. Zudem sind **flexiblere Arbeitszeit und Standort von Arbeitnehmern** (mobil, sozial, zuhause) wünschenswert. Das kann auch positive Effekte in Bezug auf ökologische Nachhaltigkeit haben. Flexiblere Arbeitsmöglichkeiten erhöhen die Selbstbestimmtheit der Arbeitnehmer und damit Freiheitsgrade, gleichzeitig steigt auch die Selbstverantwortung. Es zeigt sich, dass flexible Arbeitszeiten auch die Bereitschaft zu Überstunden erhöht und eine zunehmende Erreichbarkeit real oder subjektiv einfordert. Allerdings führt eine zunehmend schlechtere Abgrenzung zwischen Arbeit und Freizeit bereits heute zu einer erhöhten Stressbelastung mit entsprechenden gesundheitlichen und wirtschaftlichen Folgen. Dem kann durch entsprechende Gestaltung der Arbeitsverhältnisse und rechtlichen Rahmenbedingungen entgegengewirkt werden.

Eine aktuell noch eher unbeachtete, positive Perspektive ist die, dass **durch den Einsatz von KI-Technologien zu hybriden Teams und Mensch-Maschine-Interaktion in der Steuerung von Arbeitsprozessen auch die Möglichkeit besteht, gering oder nicht qualifizierte Menschen in Teile von Produktionsprozessen wieder mit einzubinden** - unter gleichzeitiger Sicherstellung der industriellen

¹ siehe <https://www.arbeitenviernull.de/>, <https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a883-weissbuch.pdf?blob=publicationFile>



Prozessqualität. Das setzt allerdings voraus, dass jede Form von **intelligenter Prozessoptimierung in der Arbeitswelt den individuellen Kontext von Menschen, deren Fähigkeiten und Erfahrungen situativ optimal, transparent und nachvollziehbar berücksichtigt**. Arbeitnehmer (und Arbeitgeber) sollten durch eine KI-basierte Prozessoptimierung bei der Arbeit nicht als Automaten betrachtet werden, deren Leistungsparameter es nach unzureichenden und intransparenten Kriterien schlicht zu optimieren gilt. Bereits heute findet in Teilen der Arbeitswelt direkt oder indirekt eine (halb-)automatische Bewertung von Personen mit Hilfe von KI-basierten Entscheidungsverfahren statt, die völlig intransparent für die Betroffenen sind. Die GI und der GI-FBKI bewerten diese Entwicklung als sehr bedenklich. Insbesondere stellt sich die Frage, inwieweit derartige Entwicklungen gesellschaftlich akzeptiert und welche entsprechenden Kontrollmechanismen effektiv installiert werden können und müssen. Die Problematik einer eindeutigen **Zuordnung von Verantwortung für Handlungen und Entscheidungen von KI-basierten Systemen im Arbeitsleben** und einer auskömmlichen, **sozialen Absicherung** von Personen, die trotz zuvor ausreichender Fähigkeiten und Erfahrung für ihre Arbeit durch Digitalisierung und Einsatz von KI nicht mehr in den Arbeitsprozess integriert werden können, sollte mit allen Beteiligten dringend angegangen werden.

Es ist zudem erforderlich, die **Diskussion über die möglichen Veränderungen in der Arbeitswelt medial sichtbarer und noch breiter in der Gesellschaft zu führen**, und zeitnahe Entscheidungen zur iterativen Anpassung zu ermöglichen: Diese Umwälzungen des Arbeitslebens betreffen alle, bereits jetzt und vor allem nachhaltig! Viele **Auswirkungen der Digitalisierung und KI-Einsatz in der Arbeitswelt können im Voraus nicht genau benannt werden**; daher ist es wichtig, flexibel zu reagieren und alle Sozialpartner in den Gestaltungsprozess einzubeziehen. Hierbei stellen sich verschiedene, interdisziplinäre Fragen, die auch psychologische und philosophische Aspekte betreffen: Was hat es für einen **Einfluss auf den Menschen, sein Selbstbildnis und das soziale Gefüge nicht nur in der Arbeitswelt**, wenn er zunehmend in Arbeitsbereichen, die bisher Menschen vorbehalten waren, in Konkurrenz zu intelligenten Maschinen tritt? Wie definiert sich der Wert von Menschen außerhalb des Erwerbsprozesses? Die zunehmende Übernahme von bezahlter Arbeit durch den Einsatz von KI-Systemen bietet gleichzeitig eine Chance, die Bereiche bezahlter Arbeit neu zu definieren, bisher unbezahlte Tätigkeiten der Erwerbsarbeit zuzurechnen und zu einer anderen Wertschätzung bisher unbezahlter aber ebenso wichtiger Arbeitsleistungen zu gelangen.



Die GI erachtet es als sehr wichtig, Fragen im Zusammenhang mit Arbeitswelt und Arbeitsmarkt in einem **fortwährenden Dialog mit allen Betroffenen** zu diskutieren und **Rahmenbedingungen für Qualifikation und Arbeitsgestaltung geeignet anzupassen**. Dieser Dialog sollte menschenzentriert und im Sinne einer am Gemeinwohl orientierten, sozialen Marktwirtschaft in Deutschland erfolgen (siehe auch Kapitel 8).

4. Ausbildung stärken und Brain-Drain vermeiden

Die zunehmende Bedeutung der Informatik als die gestaltende Disziplin hinter der digitalen Transformation und als Grundlage für „Künstliche Intelligenz“ zeigt sich in den steigenden Studienanfängerzahlen: In den letzten fünf Jahren haben sich knapp 20 Prozent mehr Studienanfängerinnen und Studienanfänger für ein Informatik-Studium entschieden – im Wintersemester 2016/17 waren es 33.443. Dem Ländercheck Informatik des Stifterverbandes (<https://www.stifterverband.org>) zufolge sind mittlerweile 7,7 Prozent aller Studienanfänger der Informatik zuzuordnen – 2011 waren es noch 6,3 Prozent. Gleichzeitig sinkt jedoch der Anteil, den die Informatik am wissenschaftlichen Personal ausmacht, von vier Prozent in 2011 auf 3,8 in 2016. Auch die Anzahl der **Professuren in der Informatik** stagniert seit fünf Jahren: lediglich jede zwanzigste Professur ist in der Informatik angesiedelt. Es bedarf einer besseren, an die Spezifika des Faches angepassten Ausstattung bestehender Informatiklehrstühle und den Aufbau von weiteren Kapazitäten in signifikantem Umfang. Darüber hinaus werden aktuell Lehrstühle für **Künstliche Intelligenz**, nicht beschränkt auf das aktuell medial dominierende KI-Teilgebiet Maschinelles Lernen, Big Data oder Data Science, kaum oder gar nicht und oft nicht international wettbewerbsfähig genug angeboten. Das birgt das enorme Risiko, weitere für exzellente Forschung und Lehre benötigte Fachkräfte und Experten aus dem In- und Ausland in wichtigen Kerngebieten der KI, wie Robotik, Wissensrepräsentation und Schließen, Agententechnologien, Planung und Konfiguration im internationalen Vergleich nicht mehr in ausreichendem Maße gewinnen zu können.

Die KI-Strategie sieht in diesem Kontext vor, ein **Programm zur wissenschaftlichen Nachwuchsförderung und Lehre im Bereich KI** aufzulegen; insbesondere sollen 100 KI-Professuren neu geschaffen werden. Die GI begrüßt diese Absicht ausdrücklich! Dabei ist allerdings sehr zu hoffen, dass diese Stellen nicht nur international konkurrenzfähig bestens und permanent ausgestattet werden, sondern auch inhaltlich die KI als Ganzes exzellent abdecken können und sich nicht, wie auf dem aktuellen Stellenmarkt bereits stark tendenziell sichtbar, nur rein auf maschinelles Lernen oder verwandte Felder wie Data Science, beschränken. Ansonsten wird ein erhebliches, zusätzliches Potential der in Deutschland traditionell exzellenten Spitzenforschung auch in anderen Teilgebieten der KI und deren wirtschaftliche Verwertung auf entsprechend lange Zeit, ob ungewollt oder nicht, unberücksichtigt bleiben. Damit besteht das sehr hohe Risiko, dass im internationalen Vergleich unser wissenschaftlicher Mittelbau in der deutschen KI-Forschung bereits auf kurze



und mittlere Sicht extrem geschwächt wird – und damit auch ein ansteigendes Abwandern von Fachkräften und Experten in der KI ins Ausland („Brain-Drain“) einhergeht. Spitzenforschung braucht einen starken akademischen Mittelbau von Nachwuchswissenschaftlern: Sie sind das Rückgrat deutscher Spitzenforschung und wesentlicher Erfolgsfaktor für den Wissenschafts- und insbesondere den Informatik-Standort Deutschland.

Dabei ist der Charakter von **Informatik und Künstlicher Intelligenz als eine wichtige Grundlage in vielen anderen wissenschaftlichen Fächern** zu würdigen:

Beispielsweise in Physik, Chemie, Wirtschaft, aber auch den Sozialwissenschaften und der Medizin ist der informatisch geprägte Umgang mit Daten, Information und Wissen in intelligenten Systemen - also der Künstlichen Intelligenz als Ganzes - allgegenwärtig und heute durchaus in etwa mit der Bedeutung der Mathematik vergleichbar. Grundlegende Kenntnisse aus Informatik im Allgemeinen und Künstlicher Intelligenz im Besonderen sind daher nicht mehr nur für Informatiker essentiell. Um mit diesen Themen die Breite der Gesellschaft zu erreichen, muss eine fundierte Vermittlung dieser verschiedenen Themen stattfinden. **Der Ausbau der informatischen Bildung, auch aber nicht nur zu Künstlicher Intelligenz, in den allgemeinbildenden und den berufsbildenden Schulen ist daher einer der wichtigsten Schlüssel für die Zukunftsfähigkeit unseres Landes**, da diese Aufgabe nicht von anderen Fächern nebenbei erfüllt werden kann. Dieser Ausbau steckt allerdings noch in den Kinderschuhen; Erste planmäßige Initiativen für „**KI in Schulen**“ sind aktuell beispielsweise aus Baden-Württemberg und Bayern bekannt. Schulbildung sollte sich nicht nur auf Themen wie die reine Anwendung von Systemen oder Programmierung, die heute einen zentralen Schwerpunkt der Schulinformatik darstellen, beschränken. Dabei soll und kann nicht die Ausbildung von Experten sondern die Vermittlung solider Grundkenntnisse durch Fokussierung auf die jeweiligen Schlüsselkonzepte der Künstlichen Intelligenz stattfinden. Um diese Unterrichtsgegenstände fundiert auswählen zu können, ist eine informatikdidaktische Aufarbeitung dieser Themengebiete zentral. Entsprechend qualitativ anspruchsvoller und ebenso nachhaltig sollte dies für die Ausbildung im **Bereich Künstlicher Intelligenz als Ganzes** an den Hochschulen gelten: Sie sollte vor allem nicht perspektivisch eingeengt und im theoretischen Wissen wie in der Praxis lediglich beschränkt auf ein einzelnes Teilgebiet der KI, wie Maschinelles Lernen, oder ein verwandtes Feld, wie Data Science oder Web Science, stattfinden können.

Die im Kontext der Anwendung von KI in der Informatik aktuell an Attraktivität gewinnende, eigenständige und interdisziplinäre Datenwissenschaft (**Data Science**) behandelt Methoden, Prozesse, Algorithmen und Systeme zur Extraktion von



Erkenntnissen, Mustern und Schlüssen sowohl aus strukturierten als auch unstrukturierten Daten. Hierfür werden Erkenntnisse aus so unterschiedlichen Wissenschaftsfeldern wie der Mathematik, Statistik, Signalverarbeitung und Datenmanagement als auch maschinelles Lernen aus der KI verwendet. Die Möglichkeit mit großen und heterogenen Daten effizient umzugehen und unter Nutzung verschiedener Technologien rund um den Datenlebenszyklus schnell und effizient Entscheidungen basierend auf Daten und daraus abgeleiteten Informationen und Wissen zu treffen, stellt eine wichtige Grundlage für die Funktionsweise von intelligenten Systemen dar. Umgekehrt kann durch **Nutzung von Methoden der KI auch die Grenzen der Datenwissenschaft verschoben, insbesondere umfassendere und effizientere Analysen ermöglicht werden**, die weit über das klassisch Mögliche hinausgehen. Insofern kann bei einer Thematisierung von KI auch die Data Science als eine relevante Disziplin mitgedacht werden.

Im Zuge der digitalen Transformation stellt aber auch die **Fähigkeit, planvoll mit Daten umzugehen und sie im jeweiligen Kontext bewusst einsetzen und hinterfragen zu können, eine zunehmend wichtige, zentrale Kompetenz in vielen Anwendungsfeldern in Wissenschaft und Wirtschaft** dar. Das betrifft zum einen Personen, die sich beruflich mit umfassenden Datenmengen und deren Nutzung beschäftigen, insbesondere sog. Data Scientists: Diese benötigen umfassende und vertiefte Kompetenzen aus vielfältigen Bereichen des Umgangs mit Daten. Auf der anderen Seite beschränkt sich der Umgang mit Daten, ihre Erfassung, adäquate Speicherung und zielgerichtete Verarbeitung heute nicht mehr nur auf spezielle Personengruppen, sondern wird zu einem umfassenden Kompetenzbereich, der weit über die Data Science und die Informatik hinaus wichtig ist: Im Sinne einer sog. Data Literacy sind der fundierte Umgang mit Daten und grundlegende Kompetenzen im Bereich der Analyse heute in (nahezu) allen Disziplinen der Wissenschaft und im praktischen Leben von Einfluss. In diesem Kontext wird oft auch von „datengetriebener Forschung“ als ein potentiell zusätzliches Wissenschaftsparadigma gesprochen.

Eine aktuell besonders starke Nachfrage am Arbeitsmarkt für den KI-Teilbereich Maschinelles Lernen und Datenwissenschaft, trifft aktuell auf ein noch begrenztes Angebot an Absolventen, insbesondere in Bachelorstudiengängen und Angeboten für alternative Qualifizierungsformen im Rahmen der (industriellen) Weiterbildung. Es bedarf einer **Stärkung und Ausdifferenzierung des Studienangebots für Künstliche Intelligenz** mit möglichem Anschluss an Weiter-/Ausbildung in der Datenwissenschaft. Insbesondere sollten weiterbildende Teilzeitstudiengänge



(Bachelor- und Masterniveau), weiterbildende Zertifikatskurse (mit ECTS) sowie weiterbildende Seminare und Workshops (ohne ECTS) für Künstliche Intelligenz als Ganzes und relevante, andere Wissenschaftsfelder wie Data Science konsequent ausgebaut werden. Während bei weiterbildenden Zertifikatskursen und Seminaren schon eine Anschubfinanzierung hilfreich ist, sind für Studiengänge dauerhafte Finanzierungswege sicherzustellen. Zusätzlich zur nationalen KI-Plattform Lernende Systeme könnte auch ein mit dieser vernetztes **nationales Forum "Data Science Education"** als ein Impulsgeber für die Aus- und Weiterbildung im KI-relevanten Bereich Data Science dienen. Eine zusätzliche Vermittlung von Grundkenntnissen auf dem Gebiet der IT-Sicherheit kann bei der Entwicklung von sicheren KI-Systemen nach dem Prinzip „Security-by-Design“ helfen.

Um eine verbesserte **Breitenwirksamkeit von KI** zu erreichen, insbesondere größere Teile der Bevölkerung für exzellente Forschung, Entwicklung und Anwendung von KI zu sensibilisieren und zentrale Kompetenzen hierfür ausbilden zu können, sollte nicht nur substantiell und nachhaltig in die informatische Ausbildung im Bereich KI als Ganzes investiert werden, sondern auch an eine begleitende **Ausbildung in Grundfragen der Technikethik** (Ethik für Menschen im Umgang mit Maschinen), **Maschinenethik** (Entwicklung einer Ethik für „moralische“ Maschinen) und **juristischen Grundlagen** mitgedacht werden. Dies ist von Bedeutung für eine besser informierte und kritische Einschätzung von Chancen, Problemen und Risiken des Einsatzes von intelligenten, autonomen Systemen (oft auch nur als „KI-Systeme“ bezeichnet) für jeden persönlich und die Gesellschaft als auch für öffentliche Diskussionen zur Sache (siehe Kapitel 8). Sowohl dystopischen als auch überzogen optimistischen Vorstellungen über mögliche Folgen des Einsatzes von KI-Technologien für Mensch, Umwelt und Gesellschaft sowie einer oft damit einhergehenden Resignation gegenüber technischen Fortschritten in der Informatik allgemein und der KI im Besonderen könnte so kritisch entgegengewirkt werden. Für zu gewinnende Fachkräfte und Experten in der KI im In- und Ausland könnte eine derart umfassende, geförderte **Ausbildung und Forschung zu verantwortlicher und erklärbarer KI in Deutschland** hoch attraktiv sein.

Die wichtigsten Maßnahmen aus Sicht der GI:

1. Signifikante Förderung von besserer Ausbildung in Informatik und Künstlicher Intelligenz in der Schule: Einführung bzw. Stärkung eines Pflichtfachs Informatik unter besonderer Berücksichtigung des Gegenstandsbereichs Künstliche Intelligenz.



2. Offensive für Förderung von Forschung und Lehre zur KI an deutschen Hochschulen: Attraktive, international wettbewerbsfähige personelle und materielle Ausstattung von neuen (mindestens 100) und bestehenden Professuren für KI - nicht eingeengt auf Maschinelles Lernen oder Data Science -, um akademischen Nachwuchs in der KI signifikant zu stärken und den bekannten "Brain-Drain" ins Ausland deutlich zu mildern oder gar zu verhindern.
3. Förderung von Hochschul- und Lehrerausbildung auch in zu KI relevanter Datenwissenschaft; Förderung der informatikdidaktischen Forschung zur Fundierung dieser Gegenstandsbereiche; Einrichtung eines nationalen Data Science Education Forum mit Verbindung zur nationalen KI-Plattform Lernende Systeme.

5. Daten verfügbar und nutzbar machen

Die Vielfalt und stark wachsende Menge von digitalen Daten, die heute in Wirtschaft, Medizin, Mobilität und vielen weiteren Lebensbereichen anfallen, bieten zusammen mit neuen Verfahren der KI einen nie dagewesenen Schatz, um automatisiert neue Muster und Zusammenhänge zu erkennen. Maschinen können aus großen Datenströmen in Echtzeit lernen, sie helfen uns, die neue Flut an Daten und Informationen überhaupt zu beherrschen und produktiv zu nutzen. Dabei entscheiden Menge und Qualität der Daten über die Möglichkeiten und Mächtigkeit der KI-Verfahren und Anwendungen. Die Geschwindigkeit der Wissenserzeugung aus Daten ist mehr denn je zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil geworden. Wenn Daten der Produktionsfaktor der Zukunft sind, dann sind Datenzugang und Datenkompetenz die Schlüsselfaktoren für zukünftige Wettbewerbsfähigkeit.

Damit Deutschland hier nicht ins Hintertreffen gerät, sollten insbesondere die **Open-Data-Strategie** weiterverfolgt werden. Es ist eine nachhaltig und öffentlich betriebene **nationale Infrastruktur für Datenanalyse** nötig, um den Zugang zu Daten zu großen, qualitativ hochwertigen Datenmengen (Internet, Forschungsdaten, öffentliche Daten z.B. mCloud) und deren Analyse und Visualisierung in Echtzeit für Schule, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Bürger zu demokratisieren. Eine derartige zentrale, nationale, allgemein zugängliche Infrastruktur sollte nicht nur Daten kontinuierlich in Echtzeit bereitstellen, sondern gleichzeitig Werkzeuge der gesamten Datenwertschöpfungskette (Kuratierung, Analyse und Visualisierung) einfach nutzbar (web-basiert) bereitstellen.

Zudem müssen Aktivitäten zur **Interoperabilität von KI-Systemen** in wichtigen, datenintensiven Anwendungsbereichen wie der Mobilität und dem Gesundheitswesen forciert werden. Entscheidend für die erfolgreiche Anwendung von KI in der Medizin sind beispielsweise die Interoperabilität von und der gesicherte Zugang zu Daten sowie die Integration in komplexe medizinische Dienstleistungen im klinischen und nicht-klinischem Umfeld. Darum muss die Menge an nutzbaren, qualitativ hochwertigen Daten deutlich erhöht werden. Ein zukünftiger Schlüssel zum Erfolg wird eine **Strategie für Datenakquisition** sein, da qualitative Daten nicht einfach replizierbar sind und auf längere Sicht zur Verarbeitung mit KI-Technologien mühsam aufgebaut werden müssen. Zudem bedarf es dringend **Lösungen zur Bewertung und Verbesserung der Datenqualität**, beginnend bei der Datenmodellierung und -erhebung über die Verarbeitung der Rohdaten und der



weiteren Verarbeitung entlang der gesamten Datenverarbeitungskette. Dabei sind auch die gesetzlichen Vorgaben zu **Datensicherheit** zu beachten.

Für die **Entwicklung einer gemeinsamen Dateninfrastruktur** könnte sich die Mobilität als Anwendungsbereich anbieten. Zum einen ist die Innovationskraft dieses Bereichs für Deutschland von besonderer Bedeutung, andererseits verspricht die Vielfalt der hier entstehenden Daten einen potenziell hohen Nutzen für die Marktteilnehmer, auch und gerade in hochgradig anonymisiertem Zustand. Das betrifft beispielsweise die gemeinschaftliche, herstellerübergreifende Nutzung von Daten zur Weiterentwicklung von Methoden des autonomen Fahrens oder der multimodalen Verkehrsplanung und -steuerung.

Die wichtigsten Maßnahmen aus Sicht der GI:

1. Pilohtafte Entwicklung einer gemeinsamen Dateninfrastruktur im Mobilitätsbereich.
2. Strategie für Datenakquisition, insbesondere Erhöhung der Menge an nutzbaren, qualitativ hochwertigen Daten, beispielsweise im Gesundheitsbereich.
3. Umfassende Förderung von Breitbandausbau und anderer notwendiger Dateninfrastruktur auch in ländlichen Gebieten (Smart-Regions-Strategie).

6. Ordnungsrahmen anpassen und Rechtssicherheit gewährleisten

Die Breite der **Einsatzmöglichkeiten von KI-Technologien korrespondiert mit einer Vielzahl von Rechtsfragen, die ungeklärt sind, in diesem Kontext erstmals aufkommen oder einer Neubewertung bedürfen**. Die Schaffung eines klaren Rechtsrahmens ist notwendig, um unnötige rechtliche Risiken für innovativen KI-Einsatz zu verringern, ohne dabei auf den Schutz potentiell Betroffener zu verzichten. Offensichtlich betroffen ist der Datenschutz, soweit personenbezogene Daten durch KI-Systeme verarbeitet werden. Wir halten es für notwendig, nach Lösungen zu suchen, die auch datenintensive KI-Anwendungen ermöglichen, dabei jedoch das informationelle Selbstbestimmungsrecht jedes einzelnen Betroffenen respektieren. Zu justieren ist dabei etwa die Offenheit, die für KI-Systeme angestrebt wird – so sollten Ergebnisse grundsätzlich nachvollziehbar sein, aber in verarbeiteten Daten enthaltene Einzelangaben im Regelfall geheim gehalten werden. Das betrifft auch das Urheberrecht, da eine Verwendung von urheberrechtlich geschützten Daten in KI-Systemen aktuell sehr problematisch ist. Diese Herausforderungen an den Ordnungsrahmen beziehen sich auf die Nutzung von Daten in KI-Systemen und somit wäre die in Kapitel 5 geforderte offene Dateninfrastruktur ein vielversprechender Ansatz, um eine zuverlässige und sichere Datenbasis zu schaffen.

Aus Sicht des Anwenders spielt die Ausgestaltung des Haftungsrechts und die Anwendung grundsätzlicher Menschenrechte eine wichtige Rolle. Der Einsatz von KI-Systemen zur autonomen Steuerung von Maschinen und Fahrzeugen erfordert beispielsweise eine spezifische Ausgestaltung der Produkthaftung. KI-Systeme spielen im Bereich der algorithmischen Entscheidungsfindung (Algorithmic Decision Making, ADM) eine zunehmend wichtige Rolle. Für ihre Bewertung sind Anforderungen und Kriterien transparent zu entwickeln und einzusetzen, um **ungerechtfertigt diskriminierende Entscheidungen zu verhindern oder Fehleinschätzungen zeitnah und nicht zu Lasten der Betroffenen korrigieren** zu können. Kriterien für eine **eindeutige und rechtlich verbindliche Zuordnung von Verantwortung für Handlungen und Entscheidungen von KI-Systemen** müssen bei einer Anpassung des gesetzlichen Ordnungsrahmens entsprechend definiert werden. In der rechtswissenschaftlichen Forschung stellt sich auch die Frage, ob die Reproduzierbarkeit des genauen Entscheidungsprozesses und quantifizierbarer Ungleichbehandlungen eine Neubewertung der Anforderungen an Entscheidungen erzwingt.

Diese Forderung bedeutet jedoch nicht, dass sofortige, umfangreiche gesetzgeberische Maßnahmen erforderlich sind: Der Umfang des Regelungsbedarfs und die Möglichkeiten der Gesetzgebung sind derzeit aus Sicht der GI noch nicht deutlich absehbar. Das liegt zum einen daran, dass das **Gefahrenpotenzial der Anwendung von KI-Technologien aber auch die Regelungsnotwendigkeit zur Ermöglichung von KI noch bei weitem nicht umfassend bekannt ist**. Zum anderen bedürfen zahlreiche Rechtsfragen der Klärung, um Änderungsbedarf bewerten und die Folgen möglicher Anpassungen abschätzen zu können. Auch Maßnahmen der Selbst- oder Ko-Regulierung kommen zumindest grundsätzlich in Frage. Es ist dabei **nicht zielführend, nur auf eine einheitliche KI-Regulierung hinzuarbeiten** – zu unterschiedlich sind die Anforderungen in verschiedenen Bereichen, Branchen, und auch die in den einzelnen Rechtsgebieten relevanten Regelungsmaterien.

Der **Erklärbarkeit von KI-Systemen** kommt ebenfalls eine entscheidende Bedeutung zu: Obwohl sich Unternehmen und Öffentlichkeit häufig des Bildes eines intransparenten und nicht nachvollziehbaren Entscheidungsvorgangs (Black-Box) bedienen, ist dies nicht notwendigerweise richtig. Vor allem mit Hilfe von Technologien der sogenannten symbolischen KI (siehe Einleitung) können Entscheidungsstrukturen transparent und nachvollziehbar dargestellt werden. Bei der Analyse von Entscheidungsverhalten eines KI-Systems könnten Verfahren zum Testen, der Auditierung und Zertifizierung angewendet werden, um zum Beispiel rechtsverletzende Diskriminierung zu adressieren. Ziel solcher Verfahren muss die Steigerung der Transparenz über die Nutzung von KI-Systeme sowie deren Wirkungsweisen sein. Dazu müssen Standards entwickelt werden, anhand derer diese Tests und die zugehörigen Audits durchgeführt werden können.

Die **Fortentwicklung des rechtlichen Rahmens erfordert also zwingend eine enge Zusammenarbeit zwischen Informatikern und Juristen**. Bereits im Studium sollte daher die Gelegenheit bestehen, Einblicke in das jeweils andere Fach zu erhalten. Interdisziplinäre Promotionsprogramme, Forschungsprojekte und verstetigte Institutionen sind weitere Elemente, die den Weg zu einer rechtssicheren, datenschutzgerechten und fairen Nutzung von KI-Systemen in der Gesellschaft und Wirtschaft ebnen können.

Die wichtigsten Maßnahmen aus Sicht der GI:

1. Sicherstellung von Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit von KI-Systemen (Schutz gegen Verzerrungen, Diskriminierungen,



- Manipulationen oder sonstige missbräuchliche Nutzung).
2. Anpassung des urheberrechtlichen Rechtsrahmens, um Datenverarbeitung in KI-Systemen für kommerzielle wie für nicht-kommerzielle Zwecke zu erleichtern.
 3. Förderung der Entwicklung von innovativen Anwendungen, die die Selbstbestimmung, die soziale Teilhabe und die Privatheit der Bürgerinnen und Bürger unterstützen.
 4. Rechtliche Absicherung von Tests und ihrer Durchführung als auch die Bedeutung von Testergebnissen, sowie Gewährung von Information.
 5. Einrichtung einer staatlichen Stelle für Auditierung und Zertifizierung der Sicherheit von KI-Systemen beispielsweise nach dem Vorbild des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI); diese Prüfstelle sollte auch Beratung und Information von Entscheidungsträgern in Unternehmen, Verwaltung und Politik anbieten können sowie der gesellschaftlichen Aufklärung in diesem Kontext dienen können.
 6. Förderung interdisziplinärer Forschung zwischen Rechtswissenschaft und KI-Forschung in der Informatik.

7. Standards setzen

Standards für die Funktion, Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen sind insbesondere für deren Einsatz in sensiblen Lebensbereichen wünschenswert. Es ist durchaus denkbar, dass es **standardisierte Prüfprotokolle, Anforderungslisten und Systembeschreibungen gibt, die während des Erstellungsprozesses angelegt werden müssen**. In anderen Branchen ist es üblich, dass solche Dokumente vorhanden sind, insbesondere wenn es um den Schutz von Menschen und der Umwelt geht. Entsprechend haben nationale und internationale Standardisierungsorganisationen die Entwicklung und Etablierung von Normen und Standards für KI-Systeme begonnen. Prominentes Beispiel hierfür ist die Arbeit des **ISO/IEC JTC-1 SC42 Artificial Intelligence**, welche in Deutschland durch den Arbeitsausschuss NA 043-01-42 AA „Künstliche Intelligenz“ des Deutschen Instituts für Normung (DIN) repräsentiert ist; beispielsweise hat DIN im März dieses Jahres ein Projekt zu Qualitätsanforderungen und Lifecycle Management für KI-Module initiiert.

Das Testen von KI-Systemen ist nach den Ergebnissen eines Gutachtens der GI ein erfolgversprechendes Mittel zur Qualitätssicherung solcher Systeme und zum Schutz vor fehlerhaften algorithmischen Entscheidungen. Jedoch fehlt es derzeit weitgehend an anerkannten Test- und Auditverfahren. Es ist daher dringend notwendig, die Forschung und Entwicklung von **Testverfahren für KI-Systeme** voranzutreiben. Weiterhin erforderlich ist die Festlegung qualitativer Standards für Testverfahren, da rechtliche Folgen nur an verlässliche Tests geknüpft werden können.

Damit eng verbunden ist auch die **Auditierung der KI-Systeme**. Die Prüfprotokolle, die während einer Auditierung verwendet werden, sollten sich auf die jeweilige Domäne beziehen. Es müssen Erfahrungen gesammelt werden, damit dieses Auditing effizient durchgeführt werden kann. Auditierung in Kombination mit Testverfahren, z.B. Metamorphic Testing, kann zur effizienten Überprüfung von KI-Systemen eingesetzt werden. Dafür bedarf es aber weiterer Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen. Dabei stellen sich insbesondere Fragen zur Verifikation: Wie sehen geeignete Mechanismen aus, mit denen Eigenschaften von KI-Systemen formal nachgewiesen werden können und was sind solche Eigenschaften? Wie kann ein Benutzer erfahren, welche Daten das KI-System zu welchem Zweck und nach welchen Kriterien verarbeitet wurde?



Standards für wohldefinierte Schnittstellen von KI-Systemen sind notwendig. Das muss aber nicht notwendigerweise bedeuten, dass diese Schnittstellen für jeden offen und zugänglich sind. Im Falle eines Audits oder einer Überprüfung des Verhaltens durch einen Testdatensatz muss eine technische Schnittstelle zur Verfügung stehen. Eine standardisierte Definition von Schnittstellen von KI-Systemen leistet auch einen wichtigen **Beitrag zur geregelten Interoperabilität zwischen verschiedenen KI-Systemen**. Das hat eine hohe sicherheits- und marktrelevante Bedeutung für bestehende und neu zu gründende Unternehmen, die KI-basierte Anwendungen in unterschiedlichsten Marktsegmenten anbieten. Neben der technischen Standardisierung dieser Schnittstellen ist deren Bereitstellung und Mindestfunktionalität mit den Regulierungsmaßnahmen abzustimmen, zu verzahnen und durch ein qualifiziertes Gremium anhand der wissenschaftlichen Entwicklung kontinuierlich zu verbessern und weiterzuentwickeln. Die Unterstützung von entwicklungsbegleitender Normung sollte in KI-Förderprogramme, sowohl im industriellen als auch im angewandten wissenschaftlichen Forschungskontext, aufgenommen werden.

8. Dialoge in der Gesellschaft führen und Handlungsrahmen weiterentwickeln

Der **Einsatz von KI und deren Regulierung muss von den relevanten gesellschaftlichen Gruppen begleitet werden**. So erfordert das in der KI-Strategie der Bundesregierung genannte Ziel der Unterbindung von unzulässiger Diskriminierung einen intensiven Dialog mit verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen. Diese sollten nicht nur befragt, sondern in den Entscheidungs- und Regelungsprozess eingebunden werden. Eine **Technologiefolgenabschätzung** im Bereich KI sollte in partizipativer und diskursiver Form durchgeführt werden. So sollten Fragen in diesem Bereich auch in der wissenschaftlichen Ausbildung von Studierenden der Informatik mit Schwerpunkt KI behandelt werden. Zudem sollten Studierende der Human-, Sozial- und Geisteswissenschaften, insbesondere der Philosophie Gelegenheit haben, zielgruppenorientiert eine Einführung in die KI zu erhalten, um konstruktiv am Dialog partizipieren zu können und aus ihrer Sicht mögliche Folgen auf die Gesellschaft, das Zusammenleben, die einzelnen Menschen sowie das Menschenbild darlegen zu können. In der **Diskussion zu ethischen Grenzen der Nutzung von KI** wird oft vorausgesetzt, dass es klare Grenzen gibt, die man anhand von Anwendungsszenarien aufzeigen kann. Das könnte dazu verleiten, die Diskussion auf einige Szenarien zu begrenzen und nach einer Zeit zu beenden. Eine solche Diskussion muss jedoch dauerhaft geführt werden. Insbesondere sollten die gleichen Fragen hinsichtlich neuer KI-Technologieentwicklung wiederholt betrachtet werden. Für diesen Dialog müssen ebenfalls die Human-, Sozial- und Geisteswissenschaften einbezogen werden.

Die relevanten Fragen im Zusammenhang mit KI und Industrie 4.0 gehen jedoch weit über eine Technologiefolgenabschätzung und die Untersuchung spezifischer Anwendungsszenarien hinaus. In den letzten Jahren haben sich beispielsweise die **Sozioinformatik und Rechtsinformatik** mit wichtigen Fragen in diesem Kontext auseinandergesetzt. Philosophische Disziplinen, wie Ethik, politische Philosophie, Philosophie des Geistes und philosophische Anthropologie, beschäftigen sich mit relevanten Themen, wie die **mögliche Veränderung des Menschenbilds durch den vermehrten Einsatz von KI-Systemen im Alltag und in der Arbeitswelt, sowie Grundfragen einer Maschinenethik**.

Insgesamt berühren diese Fragen die Grundfesten unseres Selbstverständnisses als Menschen und unserer Gesellschaft. Es ist daher wichtig, den Dialog mit der Gesellschaft und die betrachteten Handlungsfelder nicht nur auf wenige Gebiete



einzuschränken. Insbesondere müssen die Dialoge dauerhaft angelegt sein, da wir am Beginn einer Entwicklung sind, die wir noch nicht genau kennen und abschätzen können. Für einen solchen dauerhaften Dialog zwischen den Interessensgruppen ist es weiterhin notwendig, nicht nur die Risiken im Auge zu behalten, sondern auch die Potenziale und neuen Anwendungsmöglichkeiten einzubeziehen.

Die wichtigsten Maßnahmen aus Sicht der GI:

1. Einbezug relevanter Grundlagen in der Bildung auf allen Stufen. Studienangebote der verschiedensten Fächer um Grundkenntnisse in der KI ergänzen.
2. Organisation eines interdisziplinären Dialogs der Wissenschaften als Basis für einen gesellschaftlichen Dialog über den Umgang mit KI und deren spezifischer Regulierung und Nutzerorientierung in unterschiedlichen Anwendungsfeldern.
3. Organisation gesellschaftlicher Dialoge über den Umgang mit KI und deren spezifischer Regulierung in unterschiedlichen Anwendungsfeldern unter Beteiligung der Zivilgesellschaft.
4. Ausbau multidisziplinärer Forschung zur Technikfolgenabschätzung im Bereich KI.