

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 91 (2019)

Artikel: Künstliche Intelligenz in der Produktionstechnik - eine Kränkung des Ingenieurs?

Autor: Platte, Laura / Schönefeld, Kathrin / Hees, Frank

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-846802>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Künstliche Intelligenz in der Produktionstechnik – eine Kränkung des Ingenieurs?

Die Idee von künstlichen intelligenten Systemen dient seit ihren Anfängen in den 1950er-Jahren als Projektionsfläche anthropologischer Fragen und wurde von der Techniksoziologin Sherry Turkle als vierte Kränkung des eiteln menschlichen Selbstverständnisses beschrieben. Dank immer leistungsstärkerer Computertechnik vollzieht Künstliche Intelligenz (KI) aktuell den Schritt vom Gedankenexperiment in die Anwendung. Im Kontext der Digitalisierung der industriellen Produktion, die insbesondere Hochtechnologie- und Hochlohnstandorte betrifft, wirkt sich der Einsatz von KI unter anderem auf das Berufsbild des Ingenieurs aus. Ist seine Rolle als Planer und Entscheider durch intelligente Systeme gefährdet? Dieser Beitrag stellt erste Ergebnisse aus fünf Interviews mit Wissenschaftlern des DFG-Exzellenzclusters «Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer» vor.

Fragen der Künstlichen Intelligenz (KI) sind zum jetzigen Zeitpunkt aktueller denn je. Von den Machine-Learning-Algorithmen der vernetzten Produktion in der vierten industriellen Revolution bis hin zu Social Bots in sozialen Netzwerken wird KI zum ersten Mal in grossem Umfang und für nahezu jeden spürbar eingesetzt. Rasante Fortschritte in der Computertechnik, die rechenintensivere Algorithmen ermöglichen, eröffnen neue Möglichkeiten, mit denen zum Teil Jahrzehnte alte Ansätze der Künstlichen-Intelligenz-Forschung technisch umsetzbar werden.

Das Ziel der KI-Forschung ist es – vereinfacht gesagt – technische Systeme mit intelligenten Eigenschaften zu entwickeln. Wie nur wenige andere Forschungslinien¹ greift die Agenda der KI-Forschung damit grundlegende

anthropologische Kategorien an. Sie behauptet, dass Eigenschaften wie Intelligenz, Emotion und Bewusstsein nicht auf den Menschen beschränkt sind, sondern durch technische Systeme imitiert werden können. Darüber hinaus stellt die zunehmende Verbreitung intelligenter technischer Systeme Fragen nach der menschlichen Rolle in der Arbeitswelt, der Autonomie und der Verantwortung. Die schwer vorhersagbaren Potenziale und Risiken der Schlüsseltechnologie KI konfrontieren Akteure in verschiedenen Rollen und Domänen mit neuen Unsicherheiten. Der Diskurs über KI ist somit hochrelevant und ermöglicht einen aktuellen Zugang zu sozialwissenschaftlichen Fragen, die sich allgemein mit unserem Technik- und Menschenbild sowie konkreter mit unserem Verständnis der mensch-

lichen Rolle in der Arbeitswelt und menschlicher Autonomie im Handeln unter Unsicherheit beschäftigen.

Dieser Beitrag gliedert sich in zwei Teile: Im ersten Teil wird ein Einblick in die Paradigmen der KI-Forschung, ihre historische Entwicklung sowie die Implikationen von KI für unser Menschen- und Technikbild gegeben. Sowohl im öffentlichen Raum als auch in der wissenschaftlichen Community ist der KI-Diskurs von einer Vielfalt von disziplinären Perspektiven und begrifflichen Unschärfen geprägt. Umso wichtiger ist es, die sozialwissenschaftliche Auseinandersetzung mit dieser Technik in bestimmten Anwendungs- und Deutungskontexten zu verorten. Daher wird im zweiten Teil das KI-Bild in einer konkreten Anwendungsdomäne und einem konkreten empirischen Kontext untersucht: Der DFG-Exzellenzcluster «Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer» an der RWTH Aachen University² forscht seit 2006 zur Digitalisierung der Produktionstechnik und damit unter anderem zu Methoden der KI in der industriellen Produktion. Die Auswirkungen der Veränderungen durch KI werden in diesem Kontext konkret auf den Ingenieur bezogen betrachtet, der die industrielle Produktion in verschiedenen Rollen plant, gestaltet und überwacht. Im zweiten Teil dieses Beitrags wird anhand von fünf Interviews das KI-Bild und insbesondere seine Auswirkungen auf das Ingenieurbild im Exzellenzcluster betrachtet und in Relation mit dem im ersten Teil des Beitrags vorgestellten allgemeinen KI-Diskurs gesetzt.

Deutungen Künstlicher Intelligenz zwischen menschlich und technisch

Geschichte und Paradigmen der KI-Forschung

Die KI-Forschung ist ein interdisziplinärer wissenschaftlicher Ansatz, der versucht, menschliche Intelligenz künstlich nachzuahmen.³ Ausgangsthese ist dabei, «dass kognitive Leistungen nicht allein dem Menschen[,] sondern auch bestimmten informationsverarbeitenden, künstlichen Systemen zugeschrieben werden [können]».⁴ Dieses sogenannte Informationsverarbeitungsparadigma ist die disziplinübergreifende Leitidee der KI-Forschung.⁵ Die KI-Agenda setzt auch ein bestimmtes Menschenbild voraus: Menschen sind in diesem Paradigma ebenfalls als informationsverarbeitende Systeme beschreibbar, die wahrgenommene «Daten aus der sie umgebenden Welt der Fakten aufnehmen und auf formalisierbare Weise verarbeiten».⁶

Die Interdisziplinarität und die Heterogenität ihrer Forschungslinien prägten die wissenschaftliche Community der KI-Forschung von Anfang an.⁷ Das Ergebnis sind bis heute bestehende Unstimmigkeiten bezüglich zentraler Begriffe sowie der Potenziale und Risiken des Forschungszweiges.⁸ Als Geburtsstunde der KI-Idee im engeren Sinne kann das Jahr 1950 gelten, als der britische Mathematiker Alan Turing in seinem Aufsatz «Computing Machinery and Intelligence» unter anderem ein Prüfverfahren für Künstliche Intelligenz vorstellte, das heute als Turing-Test oder Imitationsspiel bekannt ist. Turing spricht dann von einer *artificial intelligence*, wenn ein menschlicher Interaktions-

partner nicht mehr unterscheiden kann, ob es sich bei seinem Gegenüber um einen Menschen oder einen Computer handelt.⁹

Über die nahezu sieben Jahrzehnte ihres Bestehens erlebte die KI-Forschung wiederholt ein Auf und Ab optimistischer und pessimistischer Prognosen ihrer Potenziale. In der anfänglichen Euphorie der 1950er- und 1960-Jahre konzentrierte sich die Forschung auf logisches Schließen und Problemlöseverhalten sowie einfache Symbolverarbeitung.¹⁰ Als der erhoffte Erfolg, vor allem wegen der noch mangelnden Leistungsfähigkeit der damals verfügbaren Hardware, langfristig ausblieb, wurde auch die finanzielle Förderung der Forschung stark reduziert.¹¹ An diesem Punkt vollzog sich in dem noch recht jungen Forschungsfeld ein Paradigmenwechsel. Der «symbolverarbeitende» Top-Down-Ansatz war von den zu imitierenden kognitiven Leistungen wie Wissensrepräsentation und Problemlösen ausgegangen und hatte versucht, die für sie notwendigen Teilschritte zu formalisieren und zu programmieren.¹² An seine Stelle als dominierende Bearbeitungsstrategie trat in den 1980er-Jahren der «konnektionistische» Ansatz. Die Anhänger des Konnektionismus gehen davon aus, dass sich Kognition nicht mittels Symbolreihen und logischer Regeln nachvollziehen lässt. Stattdessen orientieren sie sich an der physischen Grundlage der menschlichen Kognition, nämlich an «neuronalen Netzen».¹³ Die KI-Forschung erlebte dadurch seit den 1990er-Jahren wieder eine Renaissance.

Vier Kränkungen des Menschen

Wie eingangs bereits beschrieben, besteht die Brisanz des Konzepts künstlicher Intelligenz in ihrer Eigenschaft, unser Kategoriensystem des Menschlichen und Technischen grundlegend infrage zu stellen. Sigmund Freud beschreibt drei Kränkungen, die das eitle Selbstbild des Menschen hinterfragen. Als erste benennt er die Kopernikanische Wende, also die Erkenntnis, dass die Erde nicht das Zentrum des Universums bildet. Die zweite, «biologische Kränkung des menschlichen Narzissmus» besteht in Darwins Evolutionstheorie, die den Menschen nicht als Krone einer göttlichen Schöpfung, sondern als ein «Tier unter Tieren» sieht.¹⁴ Die Psychoanalyse und das mit ihr verbundene Konzept des Unbewussten bestimmt Freud seinerzeit als die dritte Kränkung. Die US-amerikanische Techniksoziologin Sherry Turkle sieht in der Idee der KI, also eines «Computermodell[s] des Geistes», eine weitere Kränkung des Menschen, «ein[en] weitere[en] schwerer[en] Schlag für unser Empfinden, im Mittelpunkt zu stehen».¹⁵

Das Bestreben der KI-Forschung, ein technisches System mit menschlich-intelligenten Eigenschaften zu erschaffen, wird bis heute häufig als eine «Ungeheuerlichkeit» wahrgenommen.¹⁶ Ein autonomes System ist nicht mehr mit dem etablierten Technikbild, das Technik als «Technik in der Hand des Menschen»¹⁷ versteht, vereinbar. In diesem klassischen Verständnis ist Technik immer ein Werkzeug, vom «Mängelwesen Mensch»¹⁸ erdacht und hergestellt, um seine Mängel zu kompensieren und seine Um-

gebung beherrschbar zu machen. Obwohl immer noch vom Menschen geschaffen (wie das Attribut «künstlich» markiert¹⁹⁾), kann ein künstliches intelligentes technisches System möglicherweise nicht mehr nur als reines Instrument des Menschen gedeutet werden.

KI in der Produktionstechnik

Das KI-Bild und seine Implikationen sollen nun im zweiten Teil dieses Beitrags im Kontext der Produktionstechnik betrachtet werden. Methoden der KI spielen in verschiedenen Anwendungsfeldern der Digitalisierung der industriellen Produktion eine zentrale Rolle. Aufgaben wie anspruchsvolle Bewegungsplanungen in der Robotik bis zu Prozessregelung und Qualitätssicherung auf Basis von Sensordaten werden durch immer elaboriertere KI-Methoden immer besser bewältigt. KI ermöglicht es also, in der komplexen Umgebung der Produktion handlungsfähig zu bleiben und den Hochlohnstandort Deutschland durch einen hohen Grad der Automatisierung sowie eine hohe Flexibilität, Effizienz und Qualität in der Produktion wirtschaftlich zu halten.

Der seit 2006 von der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) geförderte Exzellenzcluster «Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer» an der RWTH Aachen University forscht in einem interdisziplinären Verbund zur Produktion der Zukunft, unter anderem auf Basis von Methoden der künstlichen Intelligenz. Mehr als 25 Institute und Forschungseinrichtungen, darunter verschiedene Ingenieurwissenschaften und Informatik, sind Teil des Clusters.

Die Fragestellung der 2018 durchgeführten Interviewstudie lautet: «Wie ist das Verständnis von KI (allgemein und in Bezug auf die Produktionstechnik) der Wissenschaftler im Exzellenzcluster? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Rolle des Ingenieurs?»

Methodischer Zugang

Um das Bild künstlicher Intelligenz der Wissenschaftler im Exzellenzcluster «Integrierte Produktionstechnik für Hochlohnländer» zu erheben, wurden Mitte 2018 fünf Experteninterviews mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Exzellenzclusters durchgeführt. Bei der Auswahl der Befragten (im Folgenden als B1 bis B5 bezeichnet) stand das Ziel im Fokus, sowohl die disziplinäre Vielfalt des Exzellenzclusters abzubilden, als auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in verschiedene Rollen (Projektarbeit, Projektleitung, Management und Professorium) einzubeziehen. Die Fachdisziplinen der Interviewten – vier Männer und eine Frau – reichen von Maschinenwesen (B3), über Informatik (B2 und B4) hin zu Arbeitswissenschaft (B1) und Technikethik (B5).

Die je etwa halbstündigen Interviews umfassten, nach einleitenden Fragen zum fachlichen Hintergrund der Befragten und ihrer Rolle im Exzellenzcluster, unter anderem ihr Bild von KI (insbesondere in der Produktionstechnik), ihr Bild des Ingenieurs sowie die erwarteten Auswirkungen von KI auf das Ingenieurbild. Die Befragten wurden

zudem gebeten, ihre im Gesprächsverlauf thematisierte Vorstellung von KI auf ein Blatt Papier zu malen. Die Analyse dieser bildlichen Darstellungen sowie die anschließende Thematisierung im Interview bot neben der verbalen Ebene einen weiteren Zugang zur mentalen Repräsentation der Befragten von KI.

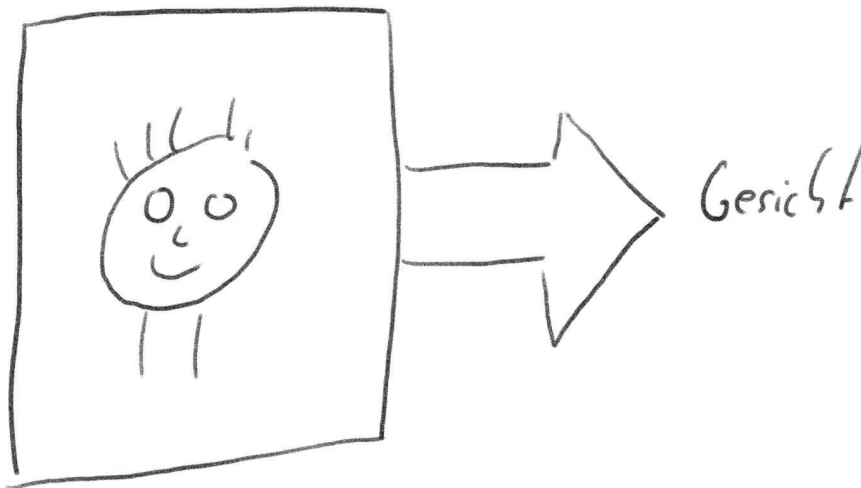
Was ist KI?

Das Verständnis der Befragten von KI war sehr differenziert und unterschied verschiedene Aspekte und verschiedene Arten von KI. Insbesondere die beiden Informatiker betonten, wie unterschiedlich KI-Verständnisse schon innerhalb der wissenschaftlichen Community seien. Der Befragte B4 meinte: «Ich versuche es gar nicht erst zu definieren, weil es ganz viele Definitionen gibt. Ich versuche es nur immer so zu gestalten, dass ich sage: «Künstliche Intelligenz besteht aus zwei groben Strängen. Einmal die Verfahren des maschinellen Lernens. [...] Und auf der anderen Seite expertengetriebene, regelbasierte Verfahren.»» Er verweist hier auf den in diesem Beitrag bereits eingeführten Unterschied zwischen den konnektionistischen und den symbolverarbeitenden Bearbeitungsstrategien. Unter den Befragten (wie auch insgesamt im Exzellenzcluster) dominieren deutlich die konnektionistischen, also Machine-Learning-Ansätze. Häufig wird KI sogar mit diesen Ansätzen gleichgesetzt. Der zweite befragte Informatiker (B2) beschäftigt sich hingegen mit wissensbasierten Systemen, die dem symbolverarbeitenden Ansatz zuzuordnen sind. Die Heterogenität der wissenschaftlichen Zugänge in der KI-Community findet sich demnach auch im Exzellenzcluster wieder.

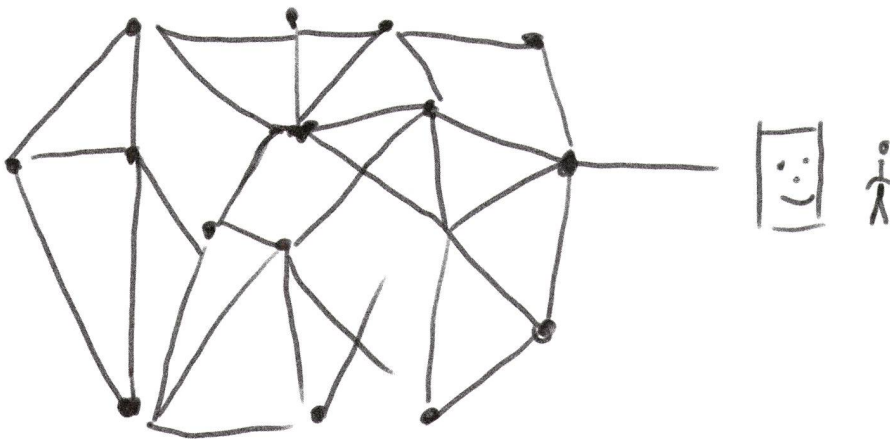
Darüber hinaus unterscheiden die Befragten B2 und B4 zwischen dem Begriff der «schwachen» und einer «starken» KI. Als schwache KI werden auf ein Anwendungsfeld spezialisierte Algorithmen bezeichnet, «die etwas bewirken, was für Menschen intelligent wirkt» (B2). Eine starke KI bezeichnet ein System, das menschenähnliche Intelligenz besitzt, die auf verschiedene Kontexte und Aufgaben anwendbar ist, und dem mögliche Eigenschaften wie Kreativität und Bewusstsein zugeschrieben werden. Mit Bezügen auf Fragen nach der Natur von menschlicher Intelligenz («Was ist das überhaupt, Intelligenz?», B4) und der Abgrenzung zu technischen Kategorien sowie den Konsequenzen für das Menschenbild («Und was ist jetzt der Unterschied zwischen einem Menschen und einem Algorithmus? Oder sind wir nicht auch in irgendeiner Form ein Algorithmus?», B4) verweisen einige Befragte auf die übergeordneten anthropologischen Fragestellungen des historischen und zeitgenössischen KI-Diskurses. Die Befragten grenzen diese Themen jedoch explizit davon ab, was unter KI im Kontext der Produktionstechnik verstanden wird.

Ein Werkzeug für die Produktionstechnik

In Bezug auf den Einsatz von KI in der Produktionstechnik und der Arbeit im Exzellenzcluster betonten alle Befragten den Werkzeugcharakter von KI. Sie ist dabei ein Sammelbegriff für Algorithmen und Methoden: «[A]lso ich nenne es jetzt einfach Interpolations-, Extrapolationsmethoden, also



1



2

1 KI-Bild von B1: «Auf dem Bild sieht man ein Foto von einem Kopf [...]. Die Technik, die ich verwende, wäre dann in der Lage, aus diesem Bild, aus den Pixeln, Informationen zu erkennen, dass ein Gesicht abgebildet ist auf dem Foto.»

2 KI-Bild von B2: «Ich verstehe das jetzt eher als vernetztes Wissen, was dann mit einer Schnittstelle dem Menschen irgendwelche Hilfestellungen gibt.»

Werkzeuge» [B3]. B2 versteht unter KI «Assistenzsysteme, die dann gewisse Abläufe vielleicht automatisieren, die jetzt noch nicht automatisierbar sind, weil es weit über das Mechanische hinausgeht», mit dem Ziel «die Komplexität für den Menschen, für die menschliche Sicht zu reduzieren». Anwendungsbeispiele, die sich jedoch momentan noch in der Entwicklung befinden, sind unter anderem die Bildverarbeitung mit dem Ziel der Aktivitäts- und Positionserkennung in der Mensch-Roboter-Kollaboration [B1], die Bewegungsplanung von robotischen Systemen oder auch die Optimierung von Spritzgussverfahren [B4]. Die Befragten grenzen KI in der Domäne der Produktionstechnik explizit von dem des allgemeinen KI-Diskurses ab und betonen, dass es sich bei vielen Verfahren, die unter den Sammelbegriff KI gefasst werden, um Prozessoptimierung handelt: «Wo grenzt man KI von anderen Systemen ab? [...] Für manche sind das einfach Optimierungsverfahren» [B2].

Der instrumentelle Charakter von KI wurde auch in einigen der von den Befragten gezeichneten Bilder deutlich. Gleichzeitig bestehen zentrale Unterschiede in den KI-Verständnissen im Exzellenzcluster, wie der Befragte aus dem Clustermanagement anmerkt: «Wir haben die ver-

schiedensten Partner – von Informatikern über Werkzeugwissenschaftler bis hin zu Psychologen – im Cluster. Dementsprechend, glaube ich, ist klar, dass das Weltbild oder auch das Bild von KI ein völlig anderes ist.» Die Unterschiedlichkeit lässt sich beim Vergleich der gezeichneten Bilder von KI der Befragten B1 und B2 beispielhaft zeigen.

B1, ein Arbeitswissenschaftler, der künstliche neuronale Netze zur Bilderkennung in der Mensch-Roboter-Kollaboration nutzt, beschrieb KI als «neuronale Netze, weil das [...] die Methode ist, die ich angewendet habe aus diesem Bereich. Und da vor allem dann Convolutional Neural Networks, die zur Bilderkennung verwendet werden» (siehe Abbildung 1). Seine Zeichnung zeigt den Prozess der bilddatenbasierten Gesichtserkennung, in dem ein neuronales Netz das erkannte Objekt klassifiziert und als Ergebnis («Gesicht») für den Anwender ausgibt.

Abbildung 2 zeigt das KI-Bild des Informatikers, der sich mit wissensbasierten Systemen beschäftigt. Auch bei seiner Darstellung dient das intelligente System explizit den Zwecken des Menschen, wie die rechts angedeutete Schnittstelle mit einem Strichmännchen andeutet: «Das Gesicht bedeutet [...], dass es mehr als nur eine Suchanfra-

ge ist, sondern vielleicht eine sprachgesteuerte Schnittstelle. [...] Dass man vielleicht auch nach semantischen Begriffen suchen kann» (B2). Ein intelligentes System (links im Bild) ist, wie er beschreibt, kein neuronales Netz, sondern ein wissensbasiertes System im Sinne des symbolverarbeitenden Ansatzes, weshalb er die semantische Ebene der Interaktion betont.

Der Hype einer neuen Methode

Die Befragten berichten, dass sich die Einstellung gegenüber KI im Exzellenzcluster in den letzten Jahren deutlich gewandelt hat. Während viele Projektpartner aus dem Ingenieurwesen zunächst wenig Interesse an dem «Hype-Thema» (B3, B4) zeigten, ist das Interesse im Laufe der letzten Jahre deutlich gestiegen. Einer der Informatiker beschreibt seine Wahrnehmung des Prozesses, in dem KI als neue Gruppe von Verfahren allmählich in das Methodenrepertoire der Ingenieure in der Produktionstechnik aufgenommen wird: «Bei meinem ersten Vortrag kam so eine Frage, wie: «Wozu brauche ich das eigentlich? [...] Ihr könnt da jetzt eine Vorhersage aufstellen, was bringt mir das?» Die Frage bedeutet, man kann den Einsatz von KI [...] damals noch nicht wirklich einordnen in seinen eigenen Kontext der Produktion. Jetzt kommt da eine ganz andere Frage: «Ja, wir haben da eine ganz ähnliche Problematik.» Das heisst, die Leute wenden auch selbst schon mal entsprechende Algorithmen an, verstehen aber nur nicht ganz, wie man da vielleicht herangehen sollte» (B4).

KI-Methoden im Sinne statistischer Verfahren zur explorativen Mustererkennung in grossen, unstrukturierten Datenmengen bedeuten für B3 eine signifikante Erweiterung des klassischen Methodenrepertoires der Ingenieurwissenschaften. Während die etablierten Methoden vor allem validieren: «Also das, was der Ingenieur tagtäglich macht, er nimmt Daten auf, er hat ein gewisses Modell der Welt und vergleicht jetzt Modell und Realität und sagt, das passt» (B3). Indem er nun stärker auf datengetriebene Methoden und damit induktive Ansätze zurückgreifen kann, nähert er sich mehr den Ansätzen der Naturwissenschaften oder auch der Informatik an. Dies hat nachhaltige Auswirkungen auf die Erkenntnisprozesse in den Ingenieurwissenschaften. Wie schon zuvor in der Äusserung von B4 handelt es sich hier um «eine Welt, auf die sich die Ingenieurwissenschaften [...] noch einstellen müssen. Das ist nicht so die normale Ingenieursherangehensweise, sage ich mal» (B3).

KI als Black-Box

Aufgrund des Black-Box-Charakters von neuronalen Netzen sehen sich viele mit dem Problem konfrontiert, dass die Funktionsweise eines Systems nicht mehr nachvollziehbar und damit nicht mehr prüfbar ist. «Das grosse Problem ist ja, dass man bei neuronalen Netzen gar nicht mehr weiss, warum hat das System da jetzt irgendwelche Entscheidungen getroffen. Man möchte ja lieber Systeme haben, die einem dann halt auch erklären können, warum es jetzt besser ist dieses oder das zu machen und auch Wissen zu-

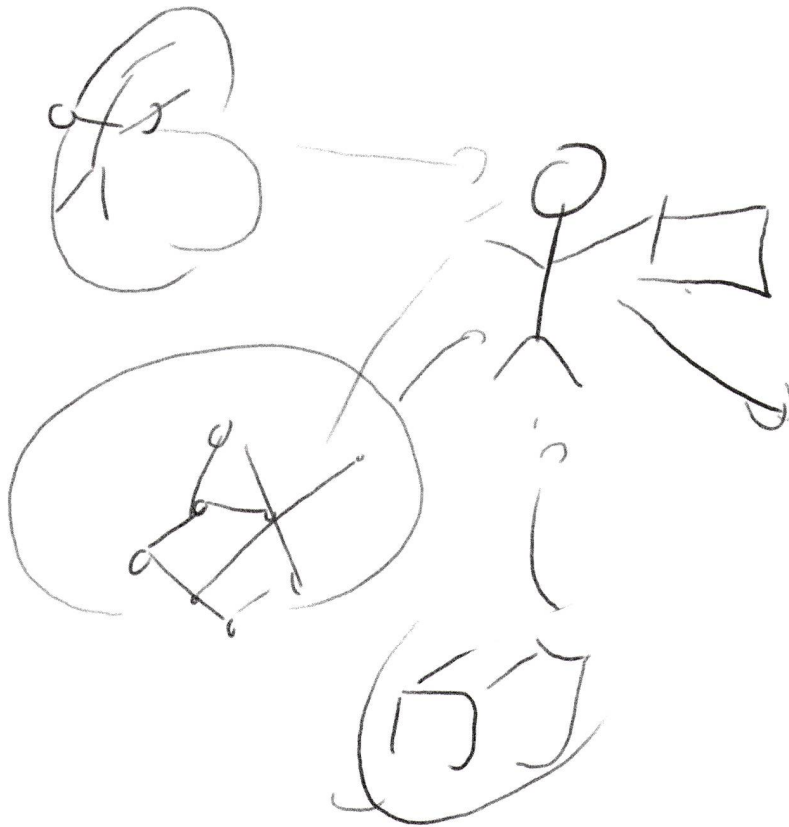
gänglich macht, was eben halt semantisch auch Sinn macht und nicht nur irgendwie zufällig ist und dann sieht alles aus wie Katzen»²⁰ (B2). Insbesondere der Rückgriff auf immer umfangreichere und hochspezialisierte neuronale Netze macht es häufig möglich, den Zusammenhang zwischen den eingegebenen Daten und dem ausgegebenen Ergebnis nachzuvollziehen. Diese mangelnde Prüfbarkeit der Methode, auf der im Kontext der industriellen Produktion möglicherweise ökonomisch risikoreiche oder auch sicherheitsrelevante Entscheidungen begründet werden sollen, schränkt die Einsatzpotenziale von KI an vielen Stellen ein. Zudem sind die Potenziale und Risiken von KI an vielen Stellen noch nicht hinreichend bekannt, «was die Angst oder [...] auch die Hoffnung bestimmter Leute treibt» (B3). Dies wird dadurch verstärkt, dass auch im wissenschaftlichen Diskurs oft genug unklar bleibt, welcher Variante von KI welche Eigenschaften zugeschrieben werden.

Vor dem Hintergrund der Wissenschaftsgeschichte der Künstlichen-Intelligenz-Forschung ist insbesondere ein von B4 erwähnter Ansatz interessant, in dem Methoden aus den Neurowissenschaften auf neuronale Netze übertragen werden. Während die KI-Forschung ursprünglich intelligente technische Systeme als Erkenntniswerkzeug erdacht hat, um die hochkomplexen Vorgänge der menschlichen Kognition zu imitieren und zu verstehen, haben diese Artefakte nach nur 70 Jahren selbst eine kritische Komplexität erreicht. Anstatt nur die menschliche Kognition am technischen Modell zu erklären, ist inzwischen auch die gegenläufige Richtung der Übertragung zu beobachten: Neurowissenschaftliche Methoden werden auf KI angewendet, um «die Black Box auf[zumachen» (B4) und zu verstehen, warum ein neuronales Netz ein bestimmtes Ergebnis produziert.

Der Ingenieur und sein neues Werkzeug

Die mangelnde Transparenz künstlich intelligenter Systeme fällt im Kontext der industriellen Produktion besonders ins Gewicht, in der der Ingenieur in der Rolle eines praxisorientierten «Problemlösers» (B3) technisches Wissen über «Regeln und Definitionen und Rahmenbedingungen» (B4) zur Anwendung bringt. Während sich die Ziele der Produktionstechnik nicht verändern – «schnell, gut, günstig produzieren, das wird immer gleichbleiben» (B4) –, haben die KI-Methoden dennoch weitreichende Auswirkungen auf das Berufsbild.

Bei den Befragten besteht weitestgehend Einigkeit darüber, dass die Entscheidungen von intelligenten Systemen für den Ingenieur bis zu einem gewissen Grad nachvollziehbar sein sollten, «weil ansonsten ist es einfach nur Willkür» (B1). Die «Mündigkeit» (B3) des Ingenieurs als Entscheider und Steuerer in komplexen Umgebungen darf nicht eingeschränkt werden. Darüber hinaus können durch unvorhergesehene Fehler in der Methode Schäden an Produkten und Anlagen entstehen, was Kosten und Sicherheitsrisiken verursachen kann. Dies widerspricht jedoch den Effizienz-, Kostenreduktions- und Sicherheitszielen, die untrennbar mit dem Berufsbild verbunden sind.



3 Verhältnis von KI und Ingenieur im Bild von B3: «Im Sinne eines Entscheiders wird sich das nicht ändern. Ich glaube nur, dass die Werkzeuge besser werden» / «Er guckt hier nur so drauf, ne? [...] Was ich damit andeuten will, ist, dass es mehrere Aspekte gibt. Er schaut jetzt, aber er hat immer bessere Informationsgrundlagen und das [die KI; L.P.] ist ein Aspekt, der dazukommt.»

3

Die Mehrzahl der Befragten geht auch davon aus, dass es durch immer bessere Erklärungsmodelle und -methoden möglich sein wird, KI-Systeme zumindest hinreichend zu verstehen. Gleichzeitig werden auch hier Analogien zur Natur wie z.B. dem menschlichen Gehirn gezogen. Es wird vermutet, dass niemals «alle» Aspekte vollständig erklärt werden können, dass sich aber durch Beobachtungen und Untersuchungen neue Modelle bilden lassen, die für ein besseres Verständnis ausreichen.

Für die nahe Zukunft erwarten die Befragten, dass der Ingenieur in der industriellen Produktion seine Rolle als eine Art «informierter Entscheider» (B3) beibehält, in der er durch KI unterstützt wird. Eine erfolgreich eingesetzte KI ergänzt sein Methodenrepertoire und befähigt ihn zu besseren Entscheidungen, trifft diese Entscheidungen aber nicht für ihn (siehe Abbildung 3). Um Ingenieure zu befähigen, KI zielführend als ein solches Problemlösewerkzeug einzusetzen und zu reflektieren, müssen diese neuen Methoden auch verstärkt in der akademischen Ausbildung berücksichtigt werden.

Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der Interviews zeigen deutlich die Besonderheiten des KI-Bildes im Kontext der Produktionstechnik. KI wird als ein weiteres Werkzeug im Methodenrepertoire des Ingenieurs verstanden, das ihn befähigen soll, die komplexe Umgebung der industriellen Produktion informiert und systematisch zu planen und zu steuern. Die im ersten Teil dieses Beitrags vorgestellten, im sozialwissenschaftli-

chen Diskurs vorherrschenden Deutungen von KI als Projektionsfläche der Verhandlung des Menschlichen und Technischen sind den Befragten bekannt und werden thematisiert, haben jedoch für ihre Deutung von KI nur eingeschränkte Gültigkeit. Stattdessen wird – mit Blick auf die aktuellen Anwendungen von KI in der Produktionstechnik – auch eine gewisse Kontinuität betont, nämlich in Bezug auf die mathematischen Grundlagen dieser Verfahren sowie auf die ökonomischen und qualitätsmässigen Ziele der Produktionstechnik, die unverändert bleiben. Als Kränkung – also eine radikale und verletzende Infragestellung grundlegender Kategorien und Annahmen – des Menschen und Ingenieurs wird zumindest die aktuelle KI-Technik von den Befragten nicht gedeutet.

Es wird jedoch ebenso deutlich, dass KI im Ingenieurwesen etwas Neues und zunächst Fremdes ist, das einen Prozess der Neuverhandlung von methodologischen Traditionen und den Umgang mit Unsicherheit erfordert und mittel- bis langfristig umfangreiche und tiefgreifende Veränderungen bedeuten kann. Für einen sozialwissenschaftlichen Zugang stellen die aktuellen Entwicklungen in der Produktionstechnik daher einen sehr fruchtbaren Gegenstand dar, anhand dessen sich die Deutungsarbeit verschiedener wissenschaftlicher Communities in Reaktion auf neue technische Phänomene beobachten lässt.

Die zunehmende Verbreitung eines neuen Erkenntniswerkzeugs hat zudem Auswirkungen auf die Ingenieurausbildung, da sich neue Anforderungen sowohl an die Fach- als auch die Methodenkompetenz ergeben. So-

wohl in der akademischen Ausbildung als auch in Wissenschaft und Industrie wird die Bedeutung von interdisziplinärer Zusammenarbeit weiter wachsen. Insbesondere interdisziplinäre Verbünde, wie etwa die DFG-Exzellenzcluster, sind in diesem Prozess ein elementarer Baustein, da sie einen Rahmen für einen engen Austausch und eine gemeinsame Entwicklung der Disziplinen ermöglichen.

Die Schlüsselrolle in der Verhandlung von KI in der Domäne der Produktionstechnik spielt also nicht die Frage der (potenziellen) Menschenähnlichkeit künstlich intelligenter Systeme, sondern der Umgang mit Unsicherheit. Wie auch die Interviews zeigen, werden vor allem Fragen der Zuverlässigkeit und der Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen von KI-Systemen diskutiert. Obwohl es sich bei den in der Produktionstechnik verwendeten KI-Ansätzen noch um hoch spezialisierte, d.h. schwache KI handelt, ist die Wissenschaftscommunity bereits dabei, verschiedene Strategien zur Erhöhung der Transparenz künstlich intelligenter Systeme zu entwickeln. Diese Bestrebungen werden unter dem Sammelbegriff der *Explainable AI* diskutiert. Sie sollen dem menschlichen Akteur eine informierte und verantwortliche Entscheidung ermöglichen und KI so – in naher Zukunft als ein weiteres Werkzeug – nutzbar machen. ■

Verwandter Artikel im Ferrum-Archiv:

«Die Entwicklung der logischen Basis der Computerwissenschaften» von Heinz Zemanek in Ferrum 58/1987: Datenverarbeitung: Kulturgeschichte – Technologie – Auswirkungen



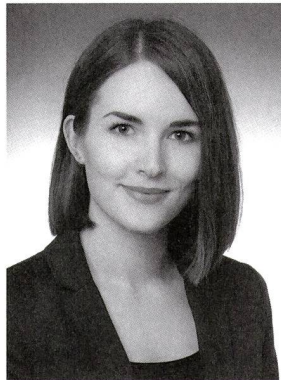
Anmerkungen

- 1 Weitere Beispiele sind die Kryotechnologie oder Stammzellenforschung, die den Beginn und das Ende von menschlichem Leben verhandeln.
- 2 Die Autoren bedanken sich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG für die freundliche Unterstützung im Rahmen des Exzellenzclusters «Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer».
- 3 Gertraud Koch, Zur Kulturalität der Technikgenese. Praxen, Policies und Wissenskulturen der künstlichen Intelligenz (Wissen – Kultur – Kommunikation), St. Ingbert 2005, S. 45.
- 4 Petra Ahrweiler, Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs, Münster u. a. 1995, S. 16–17.
- 5 Ebd., S. 15.
- 6 Ebd., S. 17.
- 7 Ebd., S. 14–15.
- 8 Koch (wie Anm. 3), S. 68.
- 9 Klaus Mainzer [2003] KI – Künstliche Intelligenz. Grundlagen Intelligenter Systeme. Darmstadt 2003, S. 21.
- 10 Stefan Wolf und Walther C. Zimmerli, Einleitung, in: Walther C. Zimmerli und Stefan Wolf (Hg.): Künstliche Intelligenz. Philosophische Probleme, Stuttgart 1994, S. 13f.
- 11 Wolfgang Ertel, Grundkurs Künstliche Intelligenz. Eine praxisorientierte Einführung, Wiesbaden 2007, S. 8.
- 12 Ahrweiler (wie Anm. 4), S. 23.
- 13 Wolf und Zimmerli (wie Anm. 10).
- 14 Sigmund Freud, Eine Schwierigkeit der Psychoanalyse, in: Imago. Zeitschrift für Anwendung der Psychoanalyse auf die Geisteswissenschaften, 5 (1917–1919), S. 11.
- 15 Sherry Turkle, Die Wunschmaschine. Vom Entstehen der Computerkultur, Hamburg 1984, S. 382–383.
- 16 Koch (wie Anm. 3), S. 68.
- 17 Bernhard Irrgang, Posthumanes Menschsein? Künstliche Intelligenz, Cyberspace, Roboter, Cyborgs und Designer-Menschen. Anthropologie des künstlichen Menschen im 21. Jahrhundert, Stuttgart 2005, S. 9.
- 18 Ebd.
- 19 Bernd Vowinkel, Maschinen mit Bewusstsein. Wohin führt die künstliche Intelligenz?, Weinheim 2006, S. 85.

20 Dass in der Ausgabe eines neuronalen Netzes alles aussehe «wie Katzen», spielt auf verschiedene von Google entwickelte Algorithmen an, die Katzen in Bildern erkennen oder auch selbst generieren können. Der Grund für die Dominanz von Katzenabbildungen im öffentlichen Diskurs über Bildverarbeitung ist unter anderem, dass als Datenbasis für das Trainieren der neuronalen Netze Bilder häufig aus den sozialen Medien stammen, die überproportional viele Katzenbilder und -videos beinhalten.

Zur Autorin

Laura Platte, M. A.



Laura Platte studierte Sprach- und Kommunikationswissenschaft sowie Betriebspädagogik und Wissenspsychologie an der RWTH Aachen University und schloss ihr Studium im August 2017 mit einer Masterarbeit über den zeitgenössischen öffentlichen Diskurs über Künstliche Intelligenz ab. Anschliessend arbeitete sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Cybernetics Lab IMA & IfU der RWTH Aachen University, wo sie sich unter anderem im Rahmen des Exzellenzclusters «Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer» mit dem Konzept Künstlicher Intelligenz im Kontext der Produktionstechnik beschäftigte. Seit Mai 2019 ist sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl Technik und Individuum tätig, wo sie zu Themen der Mensch-Roboter-Interaktion forscht.

RWTH Aachen, Deutschland
Laura.platte@rwth-aachen.de

Co-Autoren

Dr. phil. Kathrin Schönefeld

Kathrin Schönefeld leitet die Forschungsgruppe Knowledge Engineering am Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA).
RWTH Aachen, Deutschland
Kathrin.Schoenefeld@ima-ifu.rwth-aachen.de

Dr. rer. nat. Frank Hees

Frank Hees ist 2. Stellvertreter Direktor des Cybernetics Lab IMA & IfU
RWTH Aachen, Deutschland
Frank.Hees@ima-ifu.rwth-aachen.de

Bildnachweis

1–3 Skizzen der befragten Wissenschaftler im Exzellenzcluster «Integrierte Produktionstechnik für Hochlohnländer», 2018.