

Künstlich intelligent und autonom unterwegs? Robotik aus der Perspektive der Technikfolgenabschätzung

ITAS – Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

Michael Decker, Karlsruher Institut für Technologie

**Jahrestagung
Deutsche Vereinigung für
gewerblichen Rechtsschutz und Urheberrecht**

**Mannheim
29.09.2023**



1. Die Perspektive der Technikfolgenabschätzung
2. Ersetzbarkeit, Autonomie – menschlich und technisch
3. Robotik, KI und Maschinelles Lernen
4. Kooperatives Handeln Mensch-Maschine
5. Zusammenfassung und Diskussion

ITAS - Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

■ **Forschung:**

- Nachhaltigkeit und Umwelt
 - Energie – Ressourcen, Technologien und Systeme
 - Innovationsprozesse und Technikfolgen
 - Wissensgesellschaft und Wissenspolitik
-
- Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)
 - Politikberatung in Technikfragen des Europäischen Parlaments (STOA)
 - Politikberatung für Ministerien
→ „Forschung für Politikberatung“
-
- Innovationsbegleitende Technikentwicklung

The OTA at the US-Congress

Act for the Office for Technology Assessment (OTA):

- „To establish an Office for Technology Assessment for the Congress as an aid in the identification and consideration of existing and probable impacts of technological application“.
- “As technology continues to change and expand rapidly, its applications are [...] increasingly extensive, pervasive, and critical in their impact, beneficial and adverse, on the natural and social environment. Therefore, it is essential that, to the fullest extent possible, the consequences of technological applications can be anticipated, understood, and considered in determination of public policy on existing and emerging national problems.”

United States Senate (1972):
Office of Technology Assessment Act. Public Law, S. 92-484

(Technische) Innovation

- Innovation ist „kreative Zerstörung“ (Joseph Schumpeter 1942)
- Folgen sind aus verschiedenen Perspektiven beschreibbar:
 - positive/negative Folgen
 - nicht-/intendierte Folgen
 - un-/erwünschte Folgen
 - Haupt- /Neben-Folgen
 - Chancen/Risiken
 - Potentiale/Gefahren
- Methodische Herausforderungen: Zukunftsbezug und problemorientiert (-> inter-/transdisziplinär)

“Autonome” Technologie:

Die wollen doch bloß helfen!

Roboter rollen in Wohnzimmer und Altenheime und bieten ihre Dienste an. Ist das schlimm? Ganz ehrlich: Die meisten sind noch rechte Trottel. Heikel wird's nur, wenn sie lieb tun. Denn das nehmen wir diesen Maschinen auch noch ab. Man bräuchte sozusagen eine Ethik für Roboter

REPORTAGE / DIAKONIE UND SOZIALES

JANUAR 2012

Kognitive Robotik

Soziale Robotik

Lernende Robotik

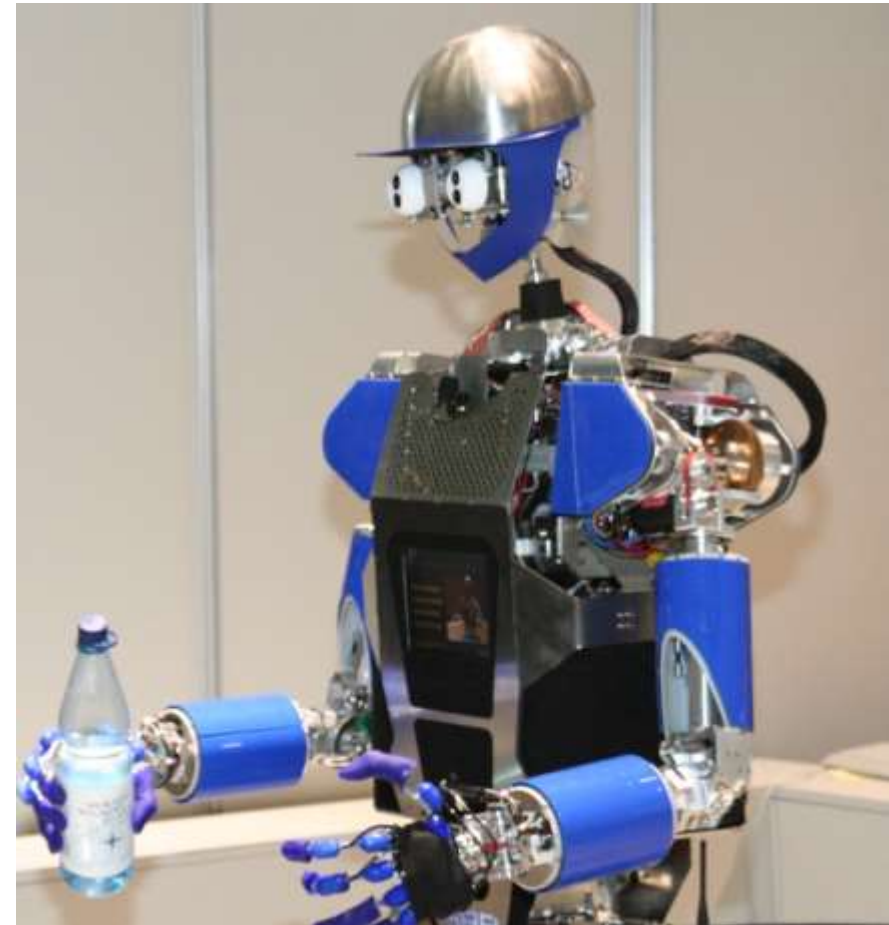
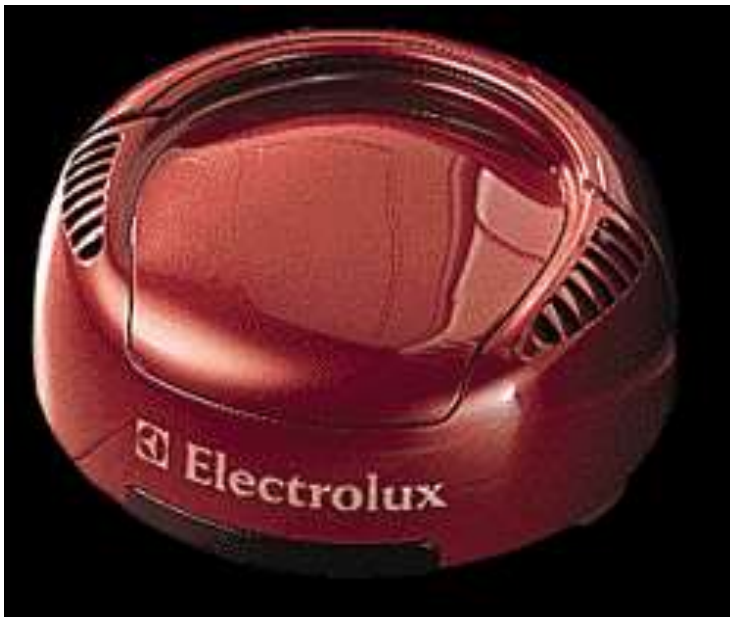
Adaptive Robotik



Technische Ersetzbarkeit

ARMAR III (“Küchenhilfe”)
KIT

Staubsaugroboter



Ökonomische Ersetzbarkeit

Fensterputzroboter
Sichler Haushaltsgeräte



MLR-System GmbH: CASERO®



„Aus der Analyse der sozialen Auswirkungen müssen vielmehr Konsequenzen für bestehende und vor allem zukünftige technische Entwicklungen gezogen werden, um zu einem ausgewogenen Verhältnis zwischen der Lebens- und Arbeitssituation des Menschen einerseits und einem effizienten Einsatz automatisierter Mittel andererseits zu gelangen.“

Henning, K., & Marks, S. (1986). Inhalte menschlicher Arbeit in automatisierten Anlagen. In *Arbeitsorganisation und Neue Technologien* (pp. 215-244). Springer Berlin Heidelberg.

(Fischer; M./Lehrl, W.: *Industrieroboter – Entwicklung und Anwendung im Kontext von Politik, Arbeit, Technik und Bildung*. Bremen 1991.)

„Our model predicts that most workers in transportation and logistics occupations, together with the bulk of office and administrative support workers, and labour in production occupations, are at risk.[...]. More surprisingly, we find that a substantial share of employment in service occupations, where most US job growth has occurred over the past decades, are highly susceptible to computerisation.“

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280

(Bonin, H., Gregory, T., & Zierahn, U. (2015).

Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland (No. 57). ZEW Kurzexpertise.)

Selbst wenn Automatisierung unmittelbar zu Arbeitsplatzverlusten führt, entstehen durch den Wandel zugleich neue Arbeitsplätze, beispielsweise bei der Herstellung der neuen Technologien oder aber durch höhere Produktivität und höhere Gewinne der Unternehmen, die automatisieren. Die Gesamtbeschäftigung ist daher nicht zwangsläufig gefährdet.

Dennoch setzt technologischer Wandel Arbeitskräfte der Herausforderung aus, sich dem Wandel zu stellen. Beschäftigte müssen in die Lage versetzt werden, den Wandel am Arbeitsmarkt zu bewältigen.

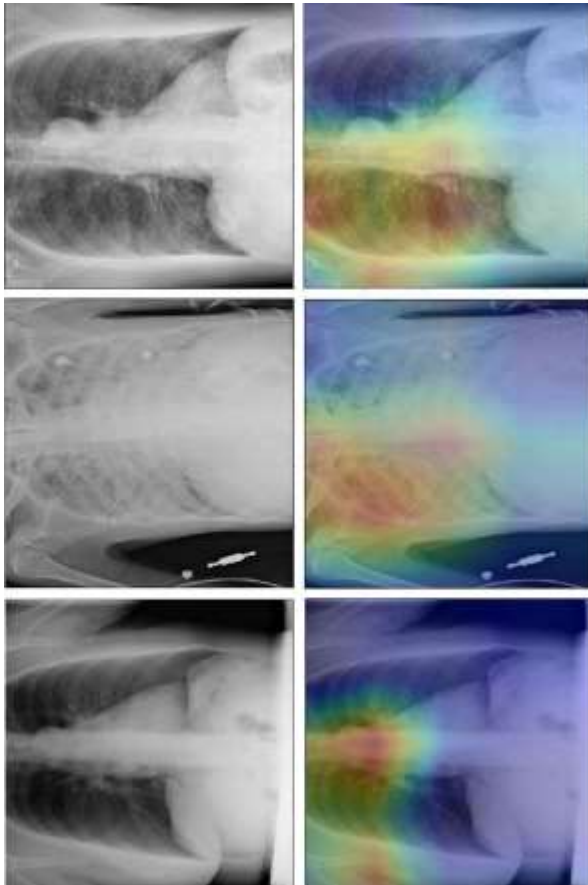
Sie benötigen Qualifizierung, um komplexere, schwer automatisierbare Aufgaben neu zu übernehmen, aber auch um die Technologien als Arbeitsmittel zu verwenden (S.ii).

(Bonin, H., Gregory, T., & Zierahn, U. (2015).
Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland (No. 57). ZEW Kurzexpertise.)

Rechtliche Ersetzbarkeit

Röntgenbildanalyse
KI versus Mensch Universität Bern

Fraunhofer-IPA (Care-O-bot®)
(Bild: Wimi-Care, Compagna)



Ethische Ersetzbarkeit

Ethical Perspective

Care-o-bot

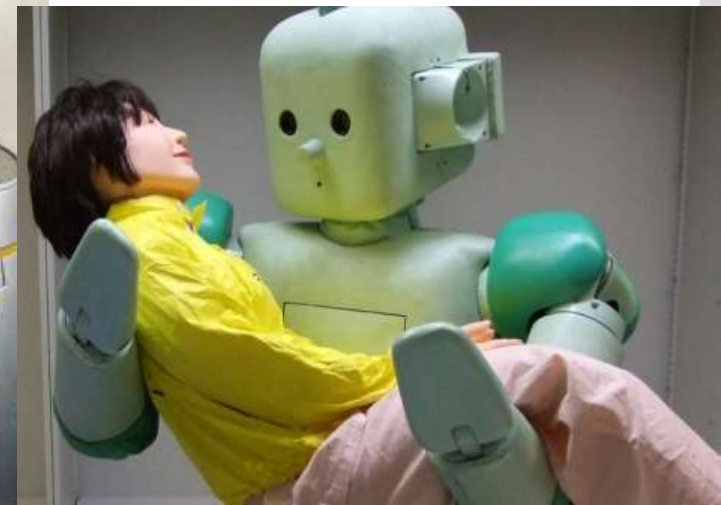
PARO

Takanori Shibata

“Mental Commit Robot
for psychological enrichment”



Ri-Man
Riken Laboratories



“Autonomie” menschlich – technisch?

Unterscheidung von „Verhalten“ und „Handeln“

- Handeln setzt das Setzen eines Zweckes voraus.
- Diesen Zweck möchte man mit der Handlung erreichen.
- Entsprechende Mittel werden eingesetzt, um das Handlungsziel zu erreichen.
- Die Handlung kann dann einer Person zugeschrieben werden.

Verhalten ist nicht in gleicher Weise zuschreibbar,

weil dem Verhalten kein Mittel-Zweck-Zusammenhang zugrunde liegt.

“Autonomie” menschlich – technisch?

Mit der Zuschreibung von Handlungen ist auch die Verantwortung für diese Handlung und deren Folgen verknüpft.

In der Praxis setzt Handeln dann auch die Fähigkeit einer Person voraus, diese Handlung, mit Referenz auf die Handlungszwecke, rational zu rechtfertigen

„Gründe sind Bewertungen und – in der Form von Handlungsgründen – Veränderungen von Sachverhalten. Sie erfüllen überdies Funktionen in Erklärungen und Rechtfertigungen.“ (Sturma 2003, S. 42).

Diese Fähigkeit im Raum der Gründe argumentieren zu können wird dann zum entscheidenden Kriterium für personale Autonomie

“Autonomie” menschlich – technisch?

Starke Autonomie:

- autonomes „Wesen“ vermag selbständig Gesetze zu formulieren
- Hält sich an diese „aus freien Stücken“
- Das setzt voraus, dass das Wesen eigene Interessen hat und
- Selbstständig Zwecke setzen kann

Für **technische Systeme** ist starke Autonomie nicht anstrebenswert

- Ein Artefakt würde entsprechend eigene Interessen verfolgen und
- letztendlich Dienste auch verweigern –
- der Mittel zum Zweck-Zusammenhang wäre dann nicht mehr gegeben.

“Autonomie” menschlich – technisch?

Schwache Autonomie:

- Vorhandene Regeln werden „aus freien Stücken“ befolgt
- Dass Regeln beachtet werden ist Bedingung für Funktionalität

In der schwachen Autonomie

- Findet keine Auswahl oder Zustimmung statt
- Aber eine „Anerkennung“ der Rahmung der eigenen Aktion
- Das System rechnet

gemäß bestimmter Präferenzen

entsprechend der zur Verfügung stehenden Daten

die bestmögliche und ökonomischste Reaktion

und leitet diese ein.

“Autonomie” im interdisziplinären Kontext

1. Autonomie erster Stufe bzw. *technische Autonomie*.

Die Autonomie erster Stufe liegt in Fällen komplexer Automation mit technisch induzierten Freiheitsgraden vor. Die Eigenschaft der Autonomie bezieht sich dabei auf die Eigenschaft einer Maschine, in bestimmten Bewegungsräumen Steuerungen und Aktionen auszuführen.

2. Autonomie zweiter Stufe bzw. *personale Autonomie*.

Die eigentliche Autonomie bezeichnet eine Fähigkeit von Personen, spontan Einstellungen einzunehmen und Handlungen auszuführen, die prinzipiell nicht vorhersagbar sind. Personale Autonomie vollzieht sich in der Form von Handlungen im Raum der Gründe. Diese müssen nicht moralisch oder im engeren Sinn vernünftig bestimmt sein. Ein typischer Fall personaler Autonomie sind Lebenspläne im Sinne von Wünschen und Interessen zweiter Stufe.

3. Autonomie dritter Stufe bzw. *ideale Autonomie* im Reich der Zwecke.

[...]

Christaller et al. 2001, S. 126. Robotik.
Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft

“Autonomie” menschlich – technisch?

„Handlungsfähigkeit lässt sich innerhalb der philosophischen Handlungstheorie entlang zweier Dimensionen beschreiben:

Der Fähigkeit, sich im eigenen Verhalten an Gründen zu orientieren, sowie

Der Fähigkeit, als selbstursprüngliche Quelle des eigenen Tuns zu fungieren“

(Misselhorn 2019, S. 63)

Funktionale Äquivalenz, „als ob“ das System autonom handelt

Graduelle Abstufungen

„Über vollumfängliche moralische Handlungsfähigkeit, wie sie Menschen zukommt, verfügt das System freilich nicht. [... Es] „fehlen dem System Bewusstsein, Willensfreiheit sowie die Fähigkeit, über seine eigenen moralischen Werte und Entscheidungen zu reflektieren, diese zu begründen, oder gar selbstständig zu verändern“ (Misselhorn 2019, S. 66) .

(Dazu und weiterführend zu autonomen Systemen als Handlungsobjekte

(Loh 2019))

„Moral Machines“

„Moral Machines: Teaching Robots Right From Wrong“ (Wallach, Collin 2008)

Förderprojekt seitens der US-Armee :
Roboter zu entwickeln, die moralische Entscheidungen treffen.

Der Computerwissenschaftler Ronald Arkin, Georgia Institute of Technology, wird zitiert:

„Ich glaube nicht, dass sich ein unbemanntes System vollkommen moralisch auf dem Schlachtfeld verhalten wird, aber ich bin überzeugt, dass sich Roboter moralischer verhalten können, als es menschlichen Soldaten möglich ist“.

Arkin, R. : „Governing Lethal Behavior: Embedding Ethics in a Hybrid Deliberative/Reactive Robot Architecture“, Georgia Institute of Technology (2007)

Sparrow, R.: "Killer Robots", Journal of Applied Philosophy, Vol. 24, No.1, 2006.

Sullins, J.: "When is a Robot a Moral Agent?", International Journal of information Ethics, Vol. 6, 12, 2006.



Colin Angle, Vorstandsmitglied und Gründer von iRobot, glaubt, dass Militärroboter wie dieses Erkundungsfahrzeug Gefahren für Soldaten mindern.

„DIE ETHIK-DEBATTE IST UNNÖTIG“

iRobot-Gründer Colin Angle über den Vormarsch selbststeuernder Helfer und die Rolle von militärischen Robotern.

INTERVIEW: STEFFAN HEUER

„Moral Machines“

Reflections on ‘moral robots’ can contribute to a better understanding of not only robot morality but also and especially of human morality.

Dealing with the question of what kind of ethics we should build into robots challenges us to scrutinize the assumptions of our normative moral theories, our theories of emotions, and our theories of moral status.

Should morality be rule-based?

Are emotions necessary for moral reasoning?

Is the ability to have mental states a necessary condition to have emotions?

How much (certainty about) ‘reality’ does the social-moral life require?

M. Coeckelbergh:

Moral appearances: emotions, robots, and human morality

KI - Maschinelles Lernen: Fallbeispiel Go

Software-Sieg im Brettspiel: Es geht um weit mehr als Go

Von *Christian Stöcker*



Go-Übertragung Lee Sedol vs. AlphaGo im südkoreanischen TV

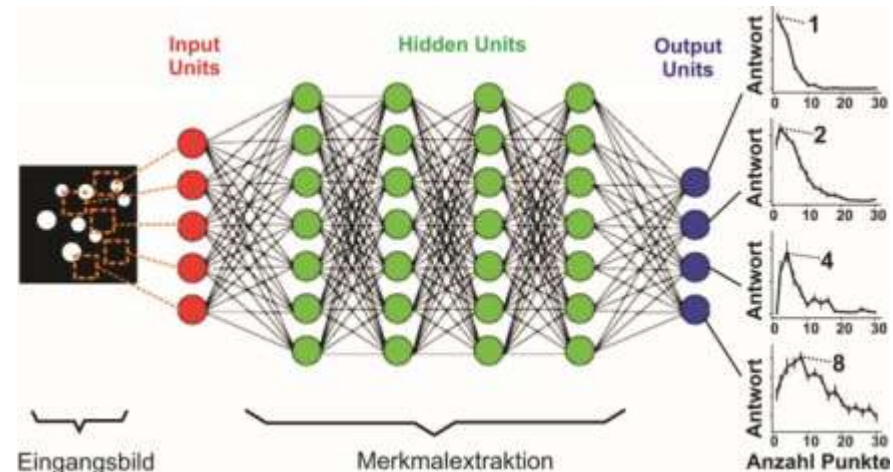
Der Sieg der Google-Software AlphaGo gegen den wohl weltbesten Go-Profi macht einen Wendepunkt sichtbar: Künftig lernen Menschen von Maschinen. Das könnte uns sogar retten.

12.3.2016

Maschinelles Lernen

AlphaGo (official Google Blog_AlphaGo):

- Lernverfahren: Eine Kombination aus modernem Suchbaum-Verfahren und einem „deep neural network“
- Netzwerk mit 12 Ebenen, mit Millionen von „Neuronen“-Verbindungen
- Ein neuronales Netzwerk „policy network“ ermittelt den Spielzug
- Ein anderes neuronales Netzwerk „value-Netzwerk“ schätzt den Gewinner
- Training des Netzwerks mit 30 Mio. Zügen menschlicher Spieler/Spielerinnen
- Darauf aufbauend tausende Spiele „gegen sich selbst“ (Reinforcement Learning)



Maschinelles Lernen

Professionals of KI:

Demis Hassabis, Mitbegründer von DeepMind,

Schrieb via Twitter, „**der zweite Sieg sei für ihn selbst schwer zu fassen.**

AlphaGo hat in diesem Spiel einige wunderschöne kreative Züge gespielt.“

Andere KI-Experten werteten den Sieg als Meilenstein des maschinellen Lernens

<http://pdf.zeit.de/sport/2016-03/>

[go-kuenstliche-intelligenz-sieg-alphago-google-lee-sedol.pdf](http://pdf.zeit.de/sport/2016-03/go-kuenstliche-intelligenz-sieg-alphago-google-lee-sedol.pdf) (9.9.2016)

Professionals of Go:

„Dabei ist offenbar eine neue Spielweise entstanden, die die Go-Elite der Welt diese

Woche nachhaltig verstört hat. **AlphaGo machte Züge, die menschliche Profis**

zunächst für Fehler hielten. Tatsächlich hatte die Maschine aber einen Weg

gefunden, das Spiel siegreich zu spielen, auf den Menschen in tausenden Jahren

Go-Geschichte nicht gekommen sind“ (Christian Stöcker auf SPIEGEL-Online

<http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/>

[alphago-sieg-wendepunkt-der-menschheitsgeschichte-a-1082001.html](http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/alphago-sieg-wendepunkt-der-menschheitsgeschichte-a-1082001.html) (9.9.2016)

Maschinelles Lernen - verallgemeinert

KI-Expertinnen und Experten:

Zeigten sich überrascht vom Lernerfolg

Expertinnen und Experten der Anwendungsdomäne:

Zeigten sich überrascht, weil die Aktion des technischen Systems nicht in ihr “Intervall der erwarteten Handlungen” fiel und somit *ex ante* als Fehler beurteilt wurde.

Fragen der TA:

In welchen Anwendungsbereichen akzeptieren wir diese Art von “Überraschung”?

Wie kann man in einem qualitätskontrollierten Verfahren sicherstellen, dass relevante Aktionen des technischen Systems immer noch funktionieren, auch wenn das System im Betrieb lernt?

Maschinelles Lernen - verallgemeinert

nature

nature > news > article

NEWS | 16 March 2023

GPT-4 is here: what scientists think

Fake facts

Outputting false information is another problem. Luccioni says that models such as GPT-4, which exist to predict the next word in a sentence, can't be cured of coming up with fake facts – known as hallucinating. “You can't rely on these kinds of models because there's so much hallucination,” she says. And this remains a concern in the latest version, she says, although OpenAI says that it has improved safety in GPT-4.

27.03.2023, 08:39

re: what scientists think

<https://www.nature.com/articles/d41586-023-00816-5>

Without access to the data used for training, OpenAI's assurances about safety fall short for Luccioni. “You don't know what the data is. So you can't improve it. I mean, it's just completely impossible to do science with a model like this,” she says.

Die wollen doch bloß helfen!

Roboter rollen in Wohnzimmer und Altenheime und bieten ihre Dienste an. Ist das schlimm? Ganz ehrlich: Die meisten sind noch rechte Trottel. Heikel wird's nur, wenn sie lieb tun. Denn das nehmen wir diesen Maschinen auch noch ab. Man bräuchte sozusagen eine Ethik für Roboter

REPORTAGE / DIAKONIE UND SOZIALES

JANUAR 2012

Pflege

Kognitive Robotik

Soziale Robotik

Lernende Robotik

Adaptive Robotik



Gute Pflege ist Interaktionsarbeit

Gefühlsarbeit (Umgang mit Gefühlen anderer)

Emotionsarbeit (Umgang mit den Emotionen als Pflegende)

Kooperationsarbeit (Herstellen von Kooperationsbeziehungen)

Wissensbasiert (externe Evidenz) und körpernah

Einzelfallbasiert (interne Evidenz, biographische Präferenzen und situativ)

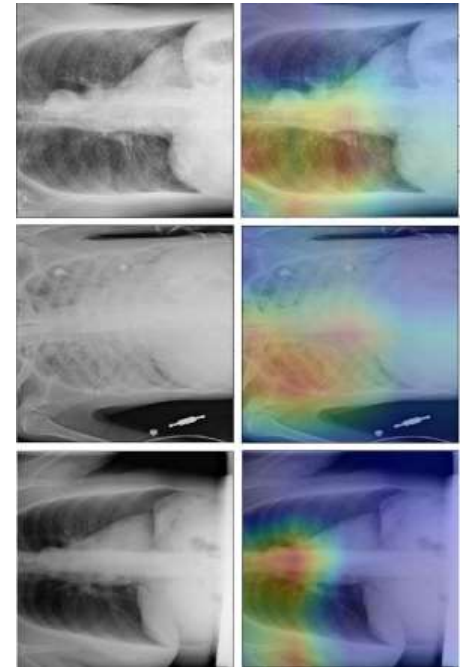
Hülsken-Giesler in „Genese und Folgen der Pflegerobotik“, S. 148

➤ Aktuell „Mismatch“

Analyse Bildgebender Verfahren in der Medizin

Künstliche Intelligenz (KI) hat in insgesamt 14 Studien 87 Prozent der Krankheiten richtig erkannt – bei den Ärzten waren es im Vergleich dazu 86 Prozent.

Umgekehrt habe KI in 93 Prozent der Fälle richtigerweise eine Krankheit des Patienten ausgeschlossen – 91 Prozent der Ärzte sind zum selben Ergebnis gekommen.



Bei der Diagnostik von Krankheiten begegnet KI somit dem leibhaftigen Arzt zumindest auf Augenhöhe, so das Ergebnis der ersten systematischen Meta-Analyse entsprechender Studien, die in der Fachzeitschrift „Lancet Digital Health“ erschienen ist ([Lancet Digital Health 2019; online 24. September](#)).

(Ärzteblatt)

„Schleichende Umkehr der Beurteilungsverhältnisse“




Assistive Technologien können im konkreten Beurteilungszusammenhang zu einer Umkehr Begründungslage führen.

Verantwortungsverhältnisse im Handlungszusammenhang klären

Menschlicher Akteur bleibt verantwortlich versus
Verantwortung in der Kooperation entscheidungsbezogen zuordnen?

nature

View all journals Search  Log in

Explore content  About the journal  Publish with us  Subscribe

Sign up for alerts  RSS feed

[nature](#) > [comment](#) > [article](#)

COMMENT | 27 September 2023

AI tools as science policy advisers? The potential and the pitfalls

Large language models and other artificial-intelligence systems could be excellent at synthesizing scientific evidence for policymakers – but only with appropriate safeguards and humans in the loop.

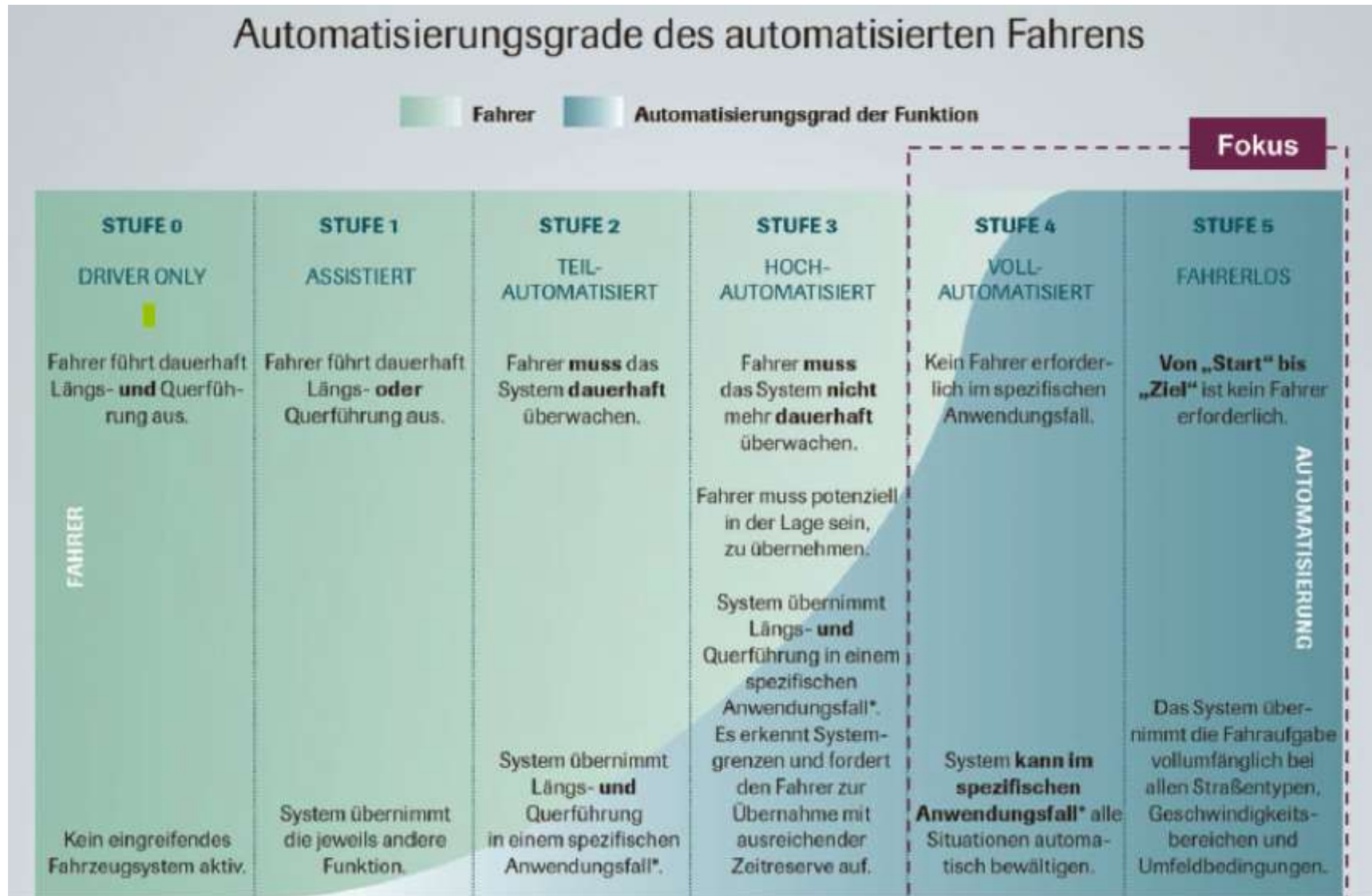
[Chris Tyler](#)  [K. L. Akerlof](#), [Alessandro Allegra](#), [Zachary Arnold](#), [Henriette Canino](#), [Marius A. Doornenbal](#), [Josh A. Goldstein](#), [David Budtz Pedersen](#) & [William J. Sutherland](#)



We do not propose that policy briefs be drafted by LLM-based tools in their entirety, but AI could be used to facilitate parts of the process. **Human reviewers and policy designers still have an essential part to play in creating policy papers, providing crucial quality control that ensures credibility, relevance and legitimacy.** Yet, as generative AI tools improve, they could be used to provide first drafts of discrete sections, such as plain-language summaries of technical information or complex legislation.

Autonomie Fahrer – Fahrzeug (Quelle: VDA)

Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens



Autonomie Fahrer – Fahrzeug (Quelle: VDA)

Menu **auto motor sport** Formel 1 Marken Anmelden

ams+ abonnieren IAA 2023 Kleinwagen Kompakt Mittelklasse SUV Oberklasse Sportwagen Van Nutzfahrzeuge Oldtimer Verkehr T...

STARTSEITE > Tech & Zukunft > Mercedes Drive Pilot: Autonom nach Level 3

MERCEDES MIT LEVEL-3-ZULASSUNG

Drive Pilot kostet wenigstens 5.950 Euro

Mercedes hat als weltweit erster Autohersteller ein zugelassenes Level-3-System in Angebot – und haftet damit auch für Unfälle des virtuellen Fahrers. Das System ist für S-Klasse und EQS bestellbar. Neu ist die Freigabe für den US-Bundesstaat Nevada.

Gregor Hebermehl, Uli Baumann • 29.01.2023





Smarter Embedded Designs, Faster Deployment



Want to go ad free?

COMPUTING NEWS

2 COMMENTS



Automated Vehicles: One Eye on the Road, Another on You

Monitoring driver behavior will become important as more vehicle automation is introduced.

By Will Knight on June 19, 2015

A [video](#) posted to YouTube last year provides proof that some people can't be trusted behind the wheel even when their car is doing all the driving. In the clip, the driver tests the automatic cruise control and lane assist in an Infiniti Q50 by hopping into the passenger seat as the car hurtles down the autobahn in Germany. Who would be liable in an accident – the carmaker or the driver?

Several carmakers are preparing to introduce technology that will let vehicles take even greater control of steering, braking, and accelerating on stretches of highway. But these vehicles are increasingly being designed to keep an eye on the driver after he or she has handed over control. It will be important to make sure the driver isn't too distracted to regain control if necessary (you can forget taking a nap or reading a book), and to determine who's to blame if something does go wrong.



ÜbergabeprozEDUREN System-Fahrer



Lessons learned

- Automation is necessary in many respects and has multiple advantages
- When systems are mainly operated in an automated manner, the manual and cognitive skills involved in manual control erode
- Such skills however are necessary to manage (rare) automation breakdowns
- Catch 22: Manual control skills are needed to manage automation breakdowns, but high automation reliability give little opportunity to practice...

Europäische
Agentur für
Flugsicherheit

Handlungsempfehlung 2

„In den Kontexten der Robotik ist an der Zwecksetzungskompetenz von Personen grundsätzlich festzuhalten. Das damit verbundene Instrumentalisierungsverbot ist bei der Einrichtung der jeweiligen Entscheidungshierarchien zu berücksichtigen.

Bei der technischen Umsetzung der Entscheidungskompetenz kommt der Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. Programmsteuerung große Bedeutung zu. Damit Menschen die Verantwortung für das Funktionieren von Robotern übernehmen können, müssen diese im Sinne von Durchschaubarkeit, Vorhersehbarkeit und Beeinflussung kontrollierbar sein.

Es wird empfohlen, dass in allen Fällen, in denen Roboter eigene Entscheidungsspielräume erhalten, die betroffenen Personen darüber aufgeklärt werden und ihre ausdrückliche oder stillschweigende Zustimmung geben müssen. Insbesondere bei medizinischer Behandlung und Pflege soll die Verweigerung dieser Zustimmung eine Vetofunktion haben.“

Zusammenfassung/Diskussion

- Perspektive der TA
- Menschliche versus technische Autonomie
- Besondere Aspekte lernender autonomer Systeme
- Kooperationen Mensch-Maschine
- Kontextbezogene Analysen notwendig

Vielen Dank!



Michael.Decker@KIT.EDU

Adaptive Robotik und Verantwortung In: Gleß/Seelmann: Intelligente Agenten und das Recht, 2016

Ethische Fragen bei autonomen Systemen. In: Liggieri K., Müller O. (eds) Mensch-Maschine-Interaktion. J.B. Metzler, Stuttgart, 2019

Misselhorn, C. (2019). Moralische Maschinen in der Pflege? Grundlagen und eine Roadmap für ein moralisch lernfähiges Altenpflegesystem. In *Roboter in der Gesellschaft* (pp. 53-68). Springer, Berlin, Heidelberg.

Loh, J (2019) *Roboterethik. Eine Einführung.* Berlin: Suhrkamp

Maschinelles Lernen

KNN

A mostly complete chart of Neural Networks

©2019 Fjodor van Veen & Stefan Leijnen asimovinstitute.org

-  Input Cell
-  Backfed Input Cell
-  Noisy Input Cell
-  Hidden Cell
-  Probabilistic Hidden Cell
-  Spiking Hidden Cell
-  Capsule Cell
-  Output Cell
-  Match Input Output Cell
-  Recurrent Cell
-  Memory Cell
-  Gated Memory Cell
-  Kernel
-  Convolution or Pool

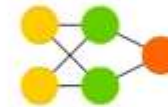
Perceptron (P)



Feed Forward (FF)



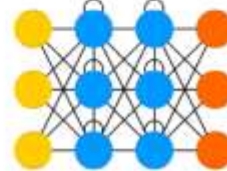
Radial Basis Network (RBF)



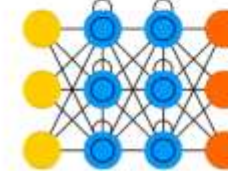
Deep Feed Forward (DFF)



Recurrent Neural Network (RNN)



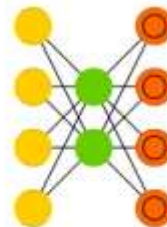
Long / Short Term Memory (LSTM)



Gated Recurrent Unit (GRU)



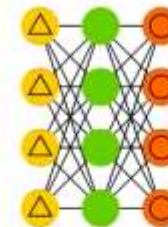
Auto Encoder (AE)



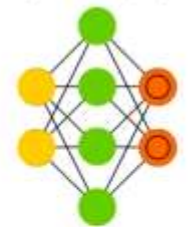
Variational AE (VAE)



Denoising AE (DAE)



Sparse AE (SAE)



Markov Chain (MC)



Hopfield Network (HN)



Boltzmann Machine (BM)



Restricted BM (RBM)



Deep Belief Network (DBN)

