

Ethische Aspekte von KI-Anwendungen in der Medizin

Dr. med. Matthias Zuchowski, M.A.

14.09.2024



Dr. med. Matthias Zuchowski, M.A.

Arzt und Gesundheitsökonom

Seit 2017 am Bosch Health Campus

Habilitand am Institut für Medizinmanagement
und Gesundheitswissenschaften der
Universität Bayreuth

Geschäftsleiter des MVZ am RBK

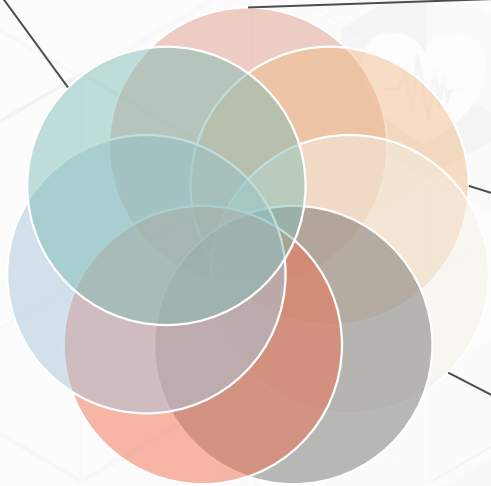
Projektmanagement und Unternehmensentwicklung
Leadership und Entrepreneurship
Digitalisierung in der Medizin

Megatrends wirken auf das Gesundheitswesen

Demografie

UN Population & Urbanization Prospects 2050^{1,2}

< 10 % unter 15 Jahre alt	> 24 % über 65 Jahre alt
84,3 % urban	15,7 % rural



Globalisierung

Abhängigkeiten | Pandemien ▲

Anthropozän

Klimawandel | Migration

Digitalisierung und KI

Neue Gesundheitsleistungen ▲

Mertle School

Das Gesundheitssystem der Zukunft muss auf Megatrends reagieren

Robert Bosch Stiftung

strategy&management

Driving the future of health

How biopharma can defend and grow its business in an era of digitally enabled healthcare

SACHVERSTÄNDIGENRAT
zur Begutachtung der Entwicklung
im Gesundheitswesen

Verband des Statistikers 2018

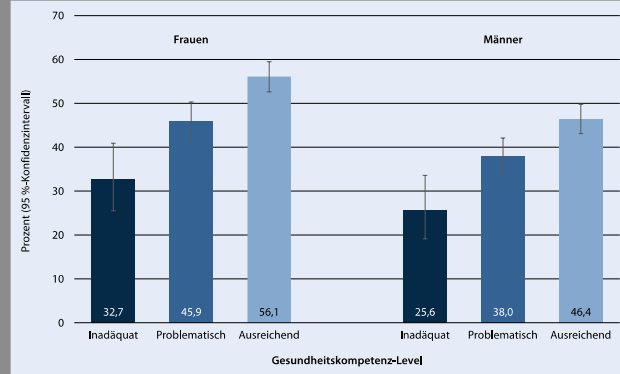
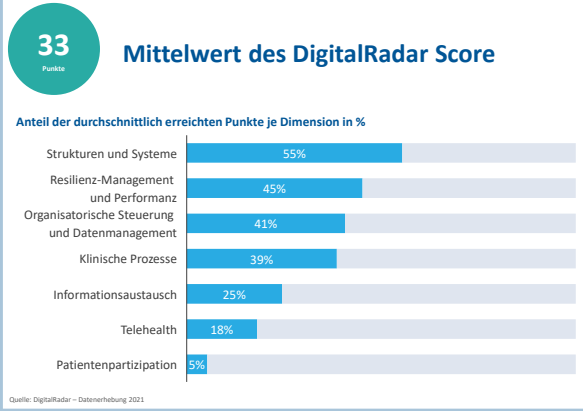
Bedarfsgerechte Steuerung
der Gesundheitsversorgung
- Erklärung und Zusammenfassung -

Gutachten 2018

Das Gutachten ergänzt ein Anhang zum 17. der zukünftigen Entwicklung im Gesundheitswesen

3,4,5

1 UN World Urbanization Prospects 2022 - Population Division, United Nations, <https://population.un.org/wup/>, abgerufen am 03.05.2024
 2 UN World Population Prospects 2018 - Department of Economics and Social Affairs, United Nations, <https://population.un.org/wpp/>, abgerufen am 03.05.2024
 3 Robert Bosch Stiftung, Projekt Neustart Infografik Think Lab 2, https://www.neustart-fuer-gesundheit.de/sites/default/files/documents/2021-03/2019-06_Infografik_Think%20Lab%202.pdf, abgerufen am 03.05.2024
 4 Strategy& (PwC network), Driving the future of health, <https://www.strategyand.pwc.com/de/de/studien/2019/die-zukunft-der-gesundheit-vorantreiben/Driving-the-future-of-health.pdf>, abgerufen am 03.05.2024
 5 Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen, Gutachten 2018 - Bedarfsgerechte Steuerung der Gesundheitsversorgung, <https://www.svrgesundheit.de/fileadmin/Gutachten/Gutachten2018/Gutachten2018.pdf>, abgerufen am 03.05.2024



Status Quo

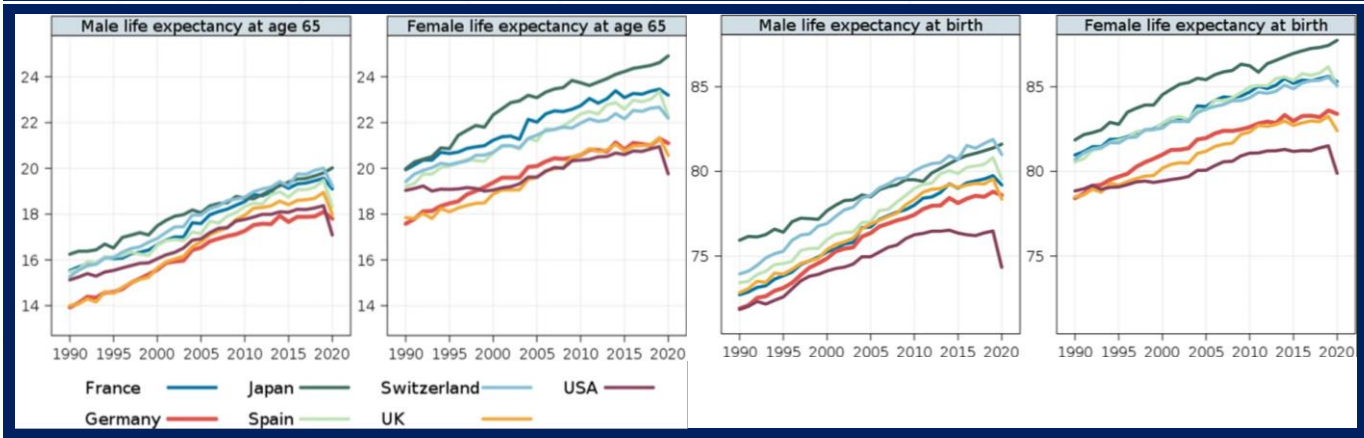
6 Konsortium DigitalRadar Krankenhaus – Zwischenbericht 2022, S. 8, abgerufen am 05.05.2024

7 Jordan, S., Hoebel, J. Gesundheitskompetenz von Erwachsenen in Deutschland. Bundesgesundheitsbl. 58, 942–950 2015 <https://doi.org/10.1007/s00103-015-2200-z>

8 Schaeffer, D., Hurrelmann, K., Bauer, U. und Kolpatzik, K. (Hrsg.): Nationaler Aktionsplan Gesundheitskompetenz in Deutschland stärken. Berlin: KomPart 2018

9 Jasilionis, D., van Raalte, A.A., Klüsener, S. et al. The underwhelming German life expectancy. Eur J Epidemiol 38, 839–850 2023. <https://doi.org/10.1007/s10654-023-00995-5>

Lebenserwartung im Ländervergleich⁹





1 Grundprinzipien der Ethik und „moralisches“ Agieren von AI

2 Akteure im Gesundheitswesen vs. Medical AI Ethics

3 Envelopment und die Entwicklung von Lösungsansätzen

Ethische Aspekte von KI-Anwendungen in der Medizin

Grundprinzipien der Ethik und „moralisches“ Agieren von AI

1

*Wann benutzen Sie den Ausdruck
„Ich verlasse mich auf...“ (engl. „reliance“)
und wann benutzen Sie den Ausdruck
„Ich vertraue auf...“ (engl. „trust“)*

Leitthema

Vertrauen-auf (trust) und Verlassen-auf (reliance) in Bezug zu KI-Anwendungen in der Medizin.

Untersuchungsgegenstände

...moralisch handelnder Akteur

...intentionales Agieren

...Potenzialität der Verantwortlichkeit

...Anwendung auf KI

Voraussetzung für moralische Verantwortung

Entität mit der Fähigkeit zu agieren

Akt als intentionale Handlung ≠ Reflex, Instinkt¹

moralischer Akteur

Die Fähigkeit Subjekt moralischer Obligationen zu sein²

Folgen der Handlungen können durchdacht werden³

Moralische Anforderungen werden verstanden³

Minimum an Entscheidungsfreiheit gegeben³

¹ Schlosser, M. (2019). Agency, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edward N. Zalta (Ed.), Stanford Encyclopedia of Philosophy. <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/agency/>

² Talbert, M. (2019). Moral Responsibility, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Zalta E. N. (Hrsg.). <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/moral-responsibility/>

³ Himma, K. E. (2009). Artificial agency, consciousness, and the criteria for moral agency: What pro-erties must an artificial agent have to be a moral agent? Ethics and Information Technology,11(1), 19–29.

Voraussetzung für moralische Verantwortung

Entität mit der Fähigkeit zu agieren

Akt als intentionale Handlung ≠ Reflex, Instinkt¹

moralischer Akteur

Die Fähigkeit Subjekt moralischer Obligationen zu sein²

Folgen der Handlungen können durchdacht werden³

Moralische Anforderungen werden verstanden³

Minimum an Entscheidungsfreiheit gegeben³

¹ Schlosser, M. (2019). Agency, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edward N. Zalta (Ed.), Stanford Encyclopedia of Philosophy. <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/agency/>

² Talbert, M. (2019). Moral Responsibility, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Zalta E. N. (Hrsg.). <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/moral-responsibility/>

³ Himma, K. E. (2009). Artificial agency, consciousness, and the criteria for moral agency: What pro-perties must an artificial agent have to be a moral agent? Ethics and Information Technology, 11(1), 19–29.

Konzeption “Trust and reliance” – Vertrauen-auf und Verlassen-auf^{4,5}

„Verlassen-auf“ - Reliance

- Disposition der Entität auf die man sich verlässt
- Bereitschaft, den Glauben an diese Disposition im eigenen Handeln auszudrücken

„Vertrauen-auf“ - Trust

- Vertrauen als besondere Form des „Verlassens-auf“
- Vertrauen als Verlassen auf die Fürsorge bzw. in abgeschwächter Form, den guten Willen, einer Person einem selbst gegenüber (Bsp. Eltern-Kind-Beziehung)^{4,6}
 - Approximativ der Wunsch, zum Wohlbefinden des anderen beizutragen und Schaden an ihm zu vermeiden → Intention
 - Vertrauensbeziehung als asymmetrische Beziehung (vgl. Arzt-Patienten-Beziehung)

4 Baier, A. (1986). Trust and antitrust. *Ethics*, 96(2), 231–260.

5 Faulkner, P., & Simpson, T. (2017). Introduction. In P. Faulkner & T. Simpson (Hrsg.), *The Philosophy of Trust* (S. 1–15). Oxford University Press.

6 McGreer, V., & Pettit, P. (2017). The empowering theory of trust. In P. Faulkner & P. Simpson (Hrsg.), *The philosophy of trust* (S. 14–15). Oxford University Press.

Kann KI moralisch agieren?

Potenzialität der Verantwortlichkeit ≠ Prüfung der Fähigkeiten existierender KI

Prüfung der zwei Dimensionen:

“Intentional agieren“

„moralischer Akteur sein“

Primäres Argument geht davon aus, dass Maschinen und Computerprogramme, also die Manifestationen von KI, keine relevanten Geisteszustände, wie z. B. Wollen oder Wünschen, besitzen können und damit auch keine Intentionen haben können.

Johnson (2008):

„Computer systems do not have mental states and even if states of computers could be construed as mental states, computer systems do not have intending to act arising from their freedom. Thus, computer systems are not and can never be (autonomous, independent) moral agents.“⁷

Intrinsische
Natur von
Intentionalität

Kann KI moralisch agieren?

Potenzialität der Verantwortlichkeit ≠ Prüfung der Fähigkeiten existierender KI

Prüfung der zwei Dimensionen:

“Intentional agieren“

„moralischer Akteur sein“

Gegenargumentation^{8,9} basierend auf der grundsätzlichen Annahme, dass Intentionalität eine extrinsische Eigenschaft ist. Eine Entität besitze demnach dann Intentionalität, wenn das Zuschreiben von Intentionen die beste Art ist, ihr Verhalten zu verstehen und vorherzusagen

- Komplexe KI, bei der ein rein mechanischer Zugang zu ihrem Verhalten, nicht erfolgreich ist
- In diesem Sinne abhängig von den Fähigkeiten der KI
- Extrinsische Zuschreiben von Intention zu komplexen Programmen z. B. der Wunsch eines komplexen Schachprogramms, die Dame zu beschützen

Extrinsische
Natur von
Intentionalität

⁸ Dennett, D. C. (1998) Intentional systems. In D. C. Dennett (Hrsg.), Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology (S. 3–22). The MIT Press (Erstveröffentlichung 1981).

⁹ Dennett, D. C. (1998). Can machines think? In D. C. Dennett (Hrsg.), Brainchildren: Essays on designing minds (S. 3–29). The MIT Press.

Kann KI moralisch agieren?

Potenzialität der Verantwortlichkeit ≠ Prüfung der Fähigkeiten existierender KI

Prüfung der zwei Dimensionen:

“Intentional agieren“

„moralischer Akteur sein“

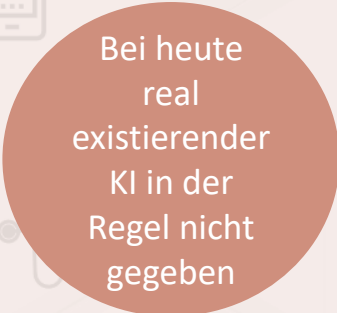
Große Anzahl von unterschiedlichen Ansätzen zur Moralität und Fähigkeiten von KI

Bspw. entwicklungsfokussiertes Argument

- Moralverständnis wird nur durch permanenten Diskurs mit anderen moralischen Wesen entwickelt
- Top-down Programmierung bzw. Limits von „Deep Learning“ - äquivalenter Lern- und Sozialisierungsprozess wie bei Menschen notwendig

Bspw. verhaltensfokussierter Ansatz zum Moralverständnis von KI

- Moralisch kompetent, wenn von erwachsenem Menschen nicht zu unterscheiden (vgl. Turing-Test (keine Prüfung Intentionalität) bzw. Moral Turing Test MTT)



Bei heute
real
existierender
KI in der
Regel nicht
gegeben

Ethische Aspekte von KI-Anwendungen in der Medizin

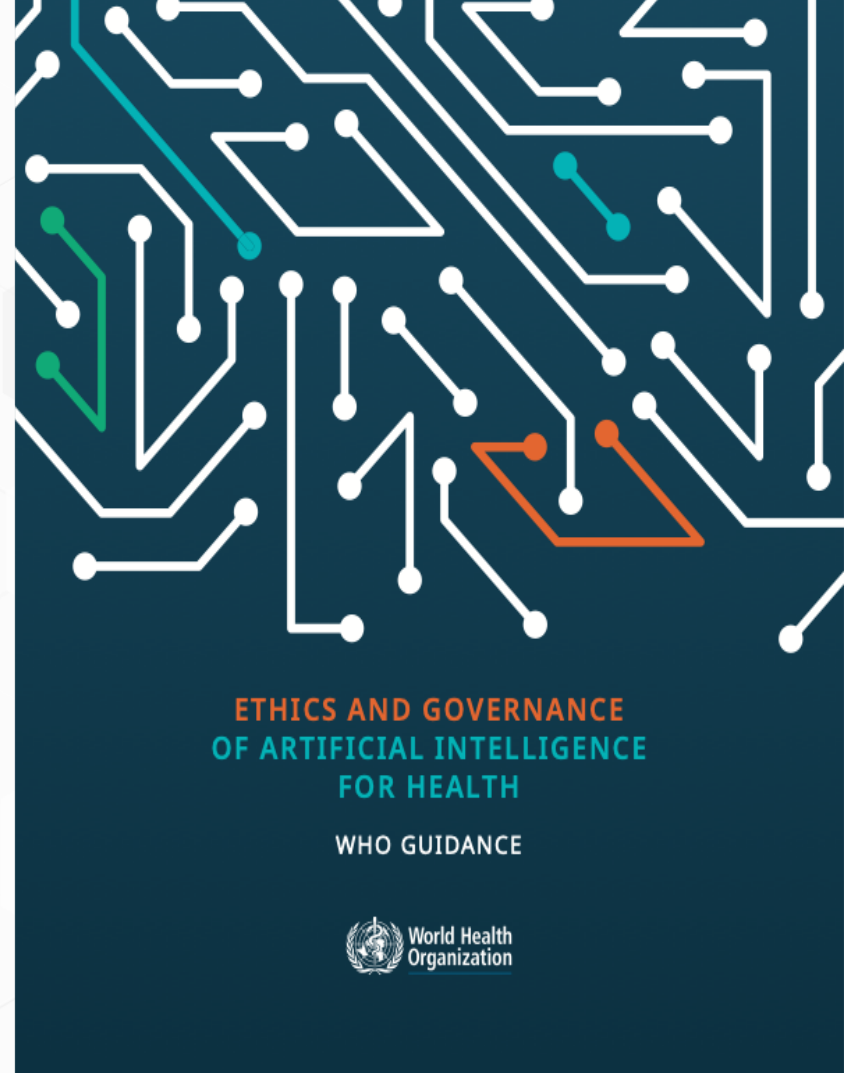
Akteure im Gesundheitswesen vs. Medical AI Ethics

2

Medical AI im Behandlungssetting

- Ethische Grundsätze für die Nutzung von KI in der Medizin (S. xii-xiv)
 - *Protecting human autonomy*
 - *Promoting human well-being and safety and the public interest*
 - *Ensuring transparency, explainability and intelligibility*
 - *Fostering responsibility and accountability*
 - *Ensuring inclusiveness and equity*
 - *Promoting AI that is responsive and sustainable*
- Große Chancen in der Anwendung von KI in der Medizin liegen in
 - Der Stärkung der Selbstbestimmung von Patienten
 - Der Verbesserung von Anwendungen zur Diagnostik, Behandlung...
 - Der Gesundheitsversorgung unter stark begrenzten Ressourcen

10 WHO (2021) Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>, abgerufen am 10.09.2024



Gliederung

- Im ersten Teil geht es um die technischen und philosophischen Grundlagen
- Im zweiten Teil werden vier ausgewählte Anwendungsfelder exemplarisch dargestellt: Medizin, schulischen Bildung, öffentlichen Kommunikation und Meinungsbildung, öffentlichen Verwaltung
- Im dritten Teil geht es um Querschnittsanwendungen

Zentrale Begriffe und philosophische Grundlagen (S. 18ff)

- Unterscheidung zwischen enger und breiter KI (quantitativ/graduell), starke und schwache KI (eher qualitativ)

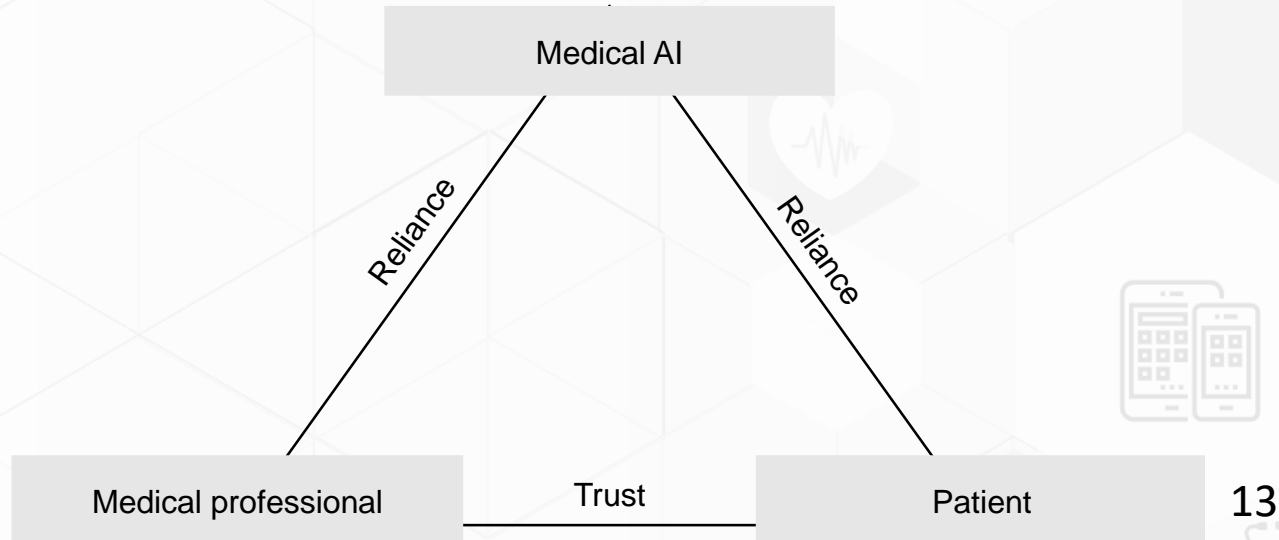
„Selbst wenn Maschinen komplexe Vollzüge oder Operationen durchführen, damit Veränderungen in der Welt bewirken [...] können, führen sie diese Veränderungen aber nicht absichtlich herbei und haben sie diese daher auch nicht in einem moralischen und rechtlichen Sinne zu verantworten. Vor diesem Hintergrund scheint es sinnvoll, den Handlungsbegriff im engen Sinne Menschen vorzubehalten, um inflationären Ausweitungen des Akteursstatus zu vermeiden und konzeptionelle Grenzziehungen zu ermöglichen.“ (S. 23, Abs. 37)



Ethische Aspekte von KI-Anwendungen in der Medizin

Envelopment und die Entwicklung von Lösungsansätzen

3



Johnson (2008):

„Computer systems are components in moral action; many moral actions would be unimaginable and impossible without computer systems.“⁷

⁷ Johnson, D. G. (2008). Computer systems: Moral entities but not moral agents. *Ethics and Information Technology*, 8(4), 195–204.

¹³ Zuchowski, L. C., Zuchowski, M. L., Nagel, E. (2024) A trust based framework for the envelopment of medical AI. *Nature Portfolio Journal Digital Medicine* 7, 230.

Vertrauen und Verantwortung stellen zentrale Elemente für die Entwicklung und Akzeptanz von KI im medizinischen Bereich dar

- **Ziel:** Entwicklung eines vertrauensbasierten Rahmens für den Einsatz medizinischer KI.
- **Vertrauen:** Vertrauensbeziehung zwischen Patienten und Fachkräften muss geschützt werden
- **Schlüsselfaktoren:**
 - **Verantwortung:** Klare Zuordnung zu den Akteuren, Reduktion des Black-Box-Phänomens
 - **Ethik:** Transparenz, Fairness und Datenschutz sind unverzichtbar
- **Framework:** Bezieht technische, rechtliche und ethische Komponenten ein
- **Empfehlungen:** Anpassung medizinischer KI-Entwicklungen mit dem Schutz der besonderen Vertrauensstellung in Behandlungskontext im Fokus

13 Zuchowski, L. C., Zuchowski, M. L., Nagel, E. (2024) A trust based framework for the envelopment of medical AI. Nature Portfolio Journal Digital Medicine 7, 230.



<https://doi.org/10.1038/s41746-024-01294-3>

A trust based framework for the envelopment of medical AI

Check for updates

Lena Christine Zuchowski¹, Matthias Lukas Zuchowski^{2,3,4,5} & Eckhard Nagel⁶

The importance of a trust-based relationship between patients and medical professionals has been recognized as one of the most important predictors of treatment success and patients' satisfaction. We have developed a novel legal, social and regulatory envelopment of medical AI that is explicitly based on the preservation of trust between patients and medical professionals. We require that the envelopment fosters reliance on the medical AI by both patients and medical professionals. Focusing on this triangle of desirable attitudes allows us to develop eight envelopment components that will support, strengthen and preserve these attitudes. We then demonstrate how each envelopment component can be enacted during different stages of the systems development life cycle and demonstrate that this requires the involvement of medical professionals and patients at the earliest stages of the life cycle. Therefore, this framework requires medical AI start-ups to cooperate with medical professionals and patients throughout.

The use of medical AI has increased rapidly throughout the World's largest healthcare systems. In many cases, medical AI can match, or best, the diagnostic performance of human medical professionals and it offers additional advantages in lowering the costs for medical treatment and supporting patient-led disease management. Therefore, we begin the project described in this paper with the assumption that a further increase in the use of medical AI is both desirable as well as inevitable. The question we are trying to answer is therefore not whether medical AI should become an integral part of future healthcare but how this can be done in a way that preserves the crucial interests of both patients and medical professionals. To address this question, we propose a framework for the legal, social and regulatory envelopment of medical AI that is based on the need (i) to preserve the trust relationship between medical professionals and patients and (ii) to allow both medical professionals and patients to rely on medical AI.

As Siala & Wang have pointed out, there is currently no comprehensive framework to guide the development and implementation of medical AI⁷. The framework presented here aims to fill this lacuna. We have taken the view that rather than the fostering of general values in healthcare, e.g., Siala & Wang's SHEPT – Sustainability, Human-Centredness, Inclusivity, Fairness and Transparency⁸, the core concern of such a framework should be fostering desirable attitudes between patients, medical professionals and medical AI. In particular, the framework needs to ensure that patients can trust in medical professionals and that both medical professionals and patients can rely on medical AI. Our focus on this triangle of attitudes does not mean that other values, e.g., like SHEPT⁸,

should not be given due regard. However, we consider those to be to a large degree encapsulated in the attitudes of trust and reliance we hope to foster, e.g., as we will discuss in the sections *Envelopment for Medical AI* and *Framework for Enacting Medical AI Envelopment*, fostering both reliance and trust in this context requires transparency in the development and documentation of the AI as well as fairness in ensuring that concerns of all patient groups are given equal consideration. The importance of trust between medical professionals and patients has been well established as one of the prime predictors for successful treatment (we will make this argument in greater detail in *Trust in and Reliance on Medical AI*) and we therefore consider the setting of trust in our framework a correct reflection of this importance. Furthermore, focusing on attitudes rather than abstract values allows us to take an immediately practice-focused approach in the framework and draw on the considerable amount of research on how those attitudes can be fostered.

The methodological approach taken in the development of the project is one from the general to the specific. We begin with a consideration of the difference between trust and reliance (*Trust and Reliance*) and their importance in the context of healthcare and medical AI, in particular (*Trust and Reliance in Healthcare and Medical AI*). From this we develop a triangle of desirable attitudes between patients, medical professionals and AI: namely trust between patients and medical professionals, reliance on medical AI by medical professionals and reliance on medical AI by patients. We use this triangle as the normative base for the development of an envelopment of medical AI (*Envelopment for Medical AI*). Enveloping here refers to a process during which any AI is placed in an 'envelope' of

¹University of Bristol, Department of Philosophy, Colston House, Bristol, BS8 3JJ, UK; ²Robert Bosch Hospital, Aurobachstr. 110, 70372 Stuttgart, Germany; ³Matthias Zuchowski Management in Medicine and Health Sciences, University of Bayreuth, Platzstr. 2, 95444 Bayreuth, Germany; ✉ e-mail: matthias.zuchowski@uk.de

- **Ziel:** Entwicklung eines vertrauensbasierten Rahmens für den Einsatz medizinischer KI.
- **Vertrauen:** Vertrauensbeziehung zwischen Patienten und Fachkräften muss geschützt werden
- **Schlüsselfaktoren:**
 - **Verantwortung:** Klare Zuordnung zu den Akteuren, Reduktion des Black-Box-Phänomens
 - **Ethik:** Transparenz, Fairness und Datenschutz sind unverzichtbar
- **Framework:** Bezieht technische, rechtliche und ethische Komponenten ein [...]
- **Empfehlungen:** Anpassung medizinischer KI-Entwicklungen mit dem Schutz der besonderen Vertrauensstellung in Behandlungskontext im Fokus

Vgl. *



Hier ist eine ausführlichere Stichwortzusammenfassung des Papers:

- **Ziel:** Entwicklung eines vertrauensbasierten Rahmens für den Einsatz medizinischer KI.
- **Vertrauenskomponenten:** Patienten und Fachkräfte müssen Vertrauen in Technologie und deren Entwickler aufbauen.
- **Schlüsselfaktoren:**
 - **Rechtliche und regulatorische Herausforderungen:** Klare Regeln notwendig.
 - **Ethik:** Transparenz, Fairness und Datenschutz sind unverzichtbar.
 - **Soziale Aspekte:** Akzeptanz und Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI.
- **Framework:** Bezieht technische, rechtliche und ethische Komponenten ein, um Vertrauen zu schaffen.
- **Empfehlungen:** Anpassung medizinischer KI-Entwicklungen an ethische Leitlinien und Patientenbedürfnisse.

Diese Übersicht enthält alle wichtigen Punkte für einen Vortrag.

*Quelle: OPENAI CHATGPT, 2024. ChatGPT-Antwort an M. Zuchowski auf „Kannst du den Inhalt eines Papers für einen Vortrag für mich auf deutsch zusammenfassen? Bitte als Stichwortzusammenfassung. Die DOI lautet: <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01224-3> " (persönliche Mitteilung, 10.09.2024).

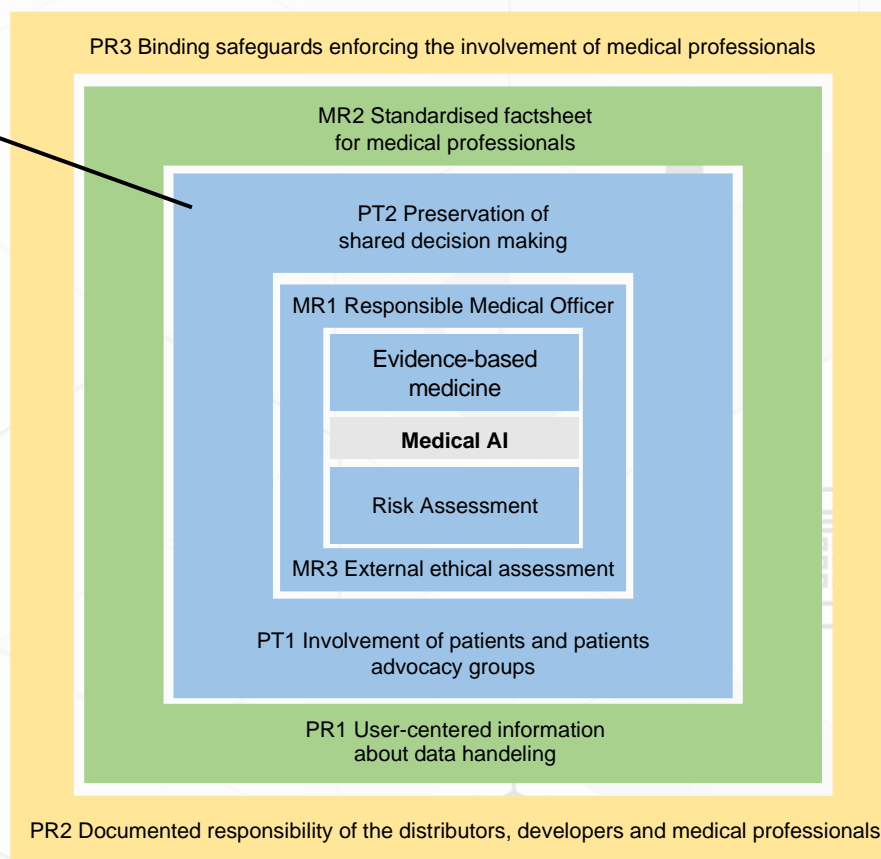
Umhüllung (Envelopment) von medizinischer KI

- Die moralische Verantwortung der Nutzer und Hersteller von KI liegt in diesem Modell der Verantwortungsteilung also darin, die richtige „Hülle“ von Anwendungsbeschränkungen und Absicherungen für die KI zu konstruieren¹⁴
- Ein Teil dieser Hülle besteht aus den vorhandenen Gesetzen zur Nutzung und Herstellung von medizinischen Geräten und Anwendungen (MPG, MPBetreibV o.ä.)
- Zur Abbildung der ethischen und moralischen Herausforderungen bei der Nutzung in der Medizin sind erhebliche Erweiterungen und Ergänzungen der Hülle notwendig (vgl. WHO 2021: Transparenz, Verständlichkeit, etc.)

¹⁴ Robbins, S. (2020). AI and the path to envelopment: Knowledge as a first step towards responsible regulation and the use of AI powered machines. *AI and Society*, 35, 391–400.

Entwicklungsphase

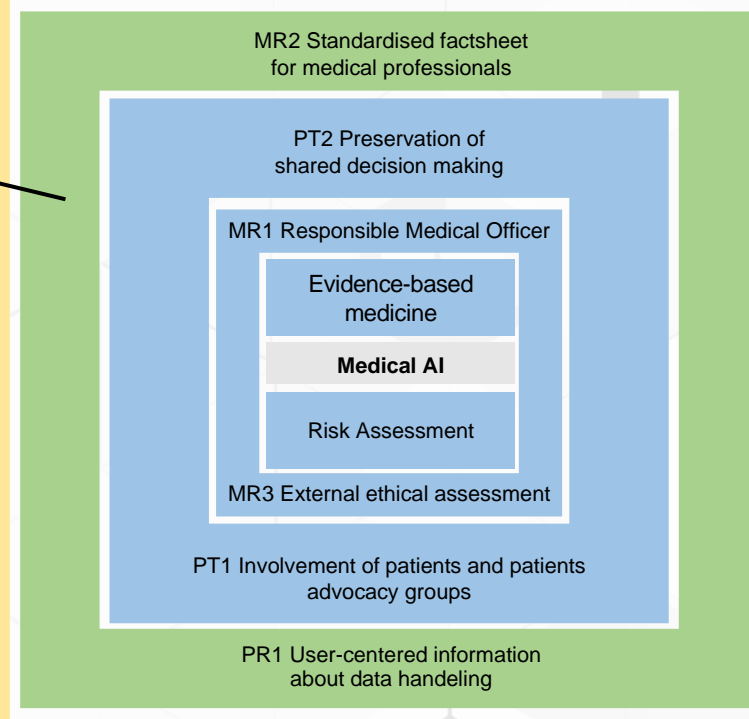
- MR1 Verantwortliche Ärztin oder Arzt im exekutiven Entwicklerteam
- MR3 Externe (berufs-)ethische Beurteilung der Anwendung
- Core Frühe Risikoanalyse durch die verantwortliche Entwicklerorganisation
- Core Grundlage des medizinisch-wissenschaftlichen Handelns ist EBM
- PT2 Patientenautonomie bleibt geschützt und die Anwendung befördert das „Shared Decision making“ und hemmt dieses nicht
- PT1 Betroffenengruppen werden frühzeitig eingebunden



MR:	medical professionals' reliance on medical AI
PR:	patients' reliance on medical AI
PT:	patients' trust in medical professionals

	Development
	Implementation
	Application




PR3 Binding safeguards enforcing the involvement of medical professionals



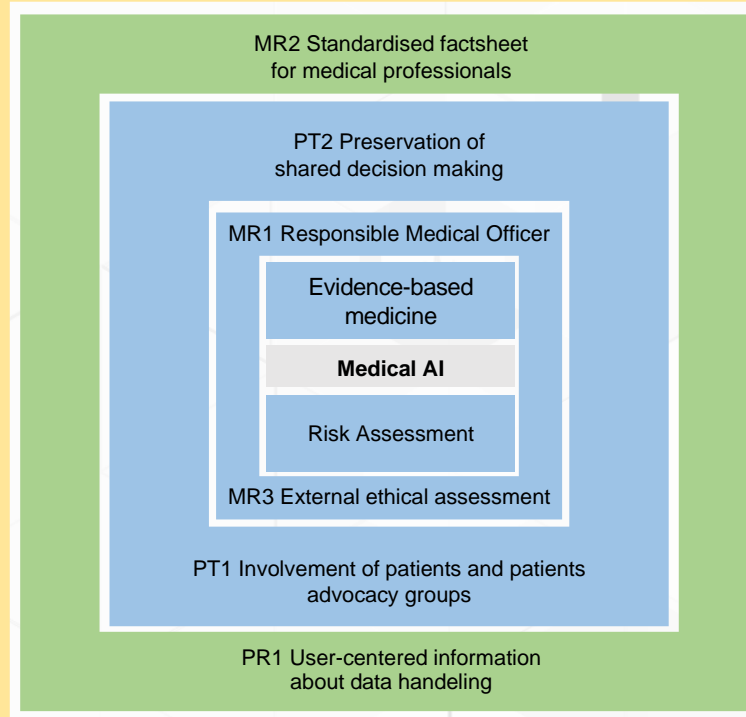
Einführungsphase

- MR2 Informationen ausgelegt für professionelle Anwender standardisieren und an den Besonderheiten der Arzt-Patientenbeziehung ausrichten
- PR1 (Live) Hinweise zur Datenverarbeitung und Ergebniserzeugung die ausgerichtet ist auf die Wissensbedarfe des Nutzers

MR:	medical professionals' reliance on medical AI
PR:	patients' reliance on medical AI
PT:	patients' trust in medical professionals

	Development
	Implementation
	Application

PR3 Binding safeguards enforcing the involvement of medical professionals



Anwendungsphase

- PR3 Definition eines sicheren „Absprungs“ des Patienten bei notwendiger ärztlicher Behandlungsführung und medizinischer Entscheidungsfindung
- PR2 Die Verantwortlichkeiten müssen eindeutig benannt sein; welches Maß an Verantwortung für welchen Teil der medizinischen KI liegen beim
 - Distributor
 - Entwickler
 - Professionellen Anwender
 - Laien-Anwender

MR:	medical professionals' reliance on medical AI
PR:	patients' reliance on medical AI
PT:	patients' trust in medical professionals

■	Development
■	Implementation
■	Application



24. DEUTSCHER MEDIZINRECHTSTAG

Patientenrechte in Zeiten
autonomer Entscheidungsfindung

13. – 14. September 2024 in Berlin

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ethische Aspekte von KI- Anwendungen in der Medizin

Megatrends im Gesundheitswesen

- 1 UN World Urbanization Prospects 2022 - Population Division, United Nations, <https://population.un.org/wup/>, abgerufen am 03.05.2024
- 2 UN World Population Prospects 2018 - Department of Economics and Social Affairs, United Nations, <https://population.un.org/wpp/>, abgerufen am 03.05.2024
- 3 Robert Bosch Stiftung, Projekt Neustart Infografik Think Lab 2, https://www.neustart-fuer-gesundheit.de/sites/default/files/documents/2021-03/2019-06_Infografik_Think%20Lab%202.pdf, abgerufen am 03.05.2024
- 4 Strategy& (PwC network), Driving the future of health, <https://www.strategyand.pwc.com/de/de/studien/2019/die-zukunft-der-gesundheit-vorantreiben/Driving-the-future-of-health.pdf>, abgerufen am 03.05.2024
- 5 Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen, Gutachten 2018 - Bedarfsgerechte Steuerung der Gesundheitsversorgung, <https://www.svrgesundheit.de/fileadmin/Gutachten/Gutachten2018/Gutachten2018.pdf>, abgerufen am 03.05.2024
- 6 Konsortium DigitalRadar Krankenhaus – Zwischenbericht 2022, S. 8, abgerufen am 05.05.2024
- 7 Jordan, S., Hoebel, J. Gesundheitskompetenz von Erwachsenen in Deutschland. Bundesgesundheitsbl. 58, 942–950 2015 <https://doi.org/10.1007/s00103-015-2200-z>
- 8 Schaeffer, D., Hurrelmann, K., Bauer, U. und Kolpatzik, K. (Hrsg.): Nationaler Aktionsplan Gesundheitskompetenz. Die Gesundheitskompetenz in Deutschland stärken. Berlin: KomPart 2018
- 9 Jasilionis, D., van Raalte, A.A., Klüsener, S. et al. The underwhelming German life expectancy. Eur J Epidemiol 38, 839–850 2023. <https://doi.org/10.1007/s10654-023-00995-5>

Medical AI Ethics

- 1 Schlosser, M. (2019). Agency, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edward N. Zalta (Ed.), Stanford Encyclopedia of Philosophy. <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/agency/>
- 2 Talbert, M. (2019). Moral Responsibility, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Zalta E. N. (Hrsg.). <https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/moral-responsibility/>
- 3 Himma, K. E. (2009). Artificial agency, consciousness, and the criteria for moral agency: What properties must an artificial agent have to be a moral agent? Ethics and Information Technology, 11(1), 19–29.
- 4 Baier, A. (1986). Trust and antitrust. Ethics, 96(2), 231–260.
- 5 Faulkner, P., & Simpson, T. (2017). Introduction. In P. Faulkner & T. Simpson (Hrsg.), The Philosophy of Trust (S. 1–15). Oxford University Press.
- 6 McGreer, V., & Pettit, P. (2017). The empowering theory of trust. In P. Faulkner & P. Simpson (Hrsg.), The philosophy of trust (S. 14–15). Oxford University Press.
- 7 Johnson, D. G. (2008). Computer systems: Moral entities but not moral agents. Ethics and Information Technology, 8(4), 195–204.
- 8 Dennett, D. C. (1998) Intentional systems. In D. C. Dennett (Hrsg.), Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology (S. 3–22). The MIT Press (Erstveröffentlichung 1981).
- 9 Dennett, D. C. (1998). Can machines think? In D. C. Dennett (Hrsg.), Brainchildren: Essays on designing minds (S. 3–29). The MIT Press.
- 10 WHO (2021) Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>, abgerufen am 10.09.2024
- 11 Busch, F., Kather, J.N., Johner, C. et al. (2024) Navigating the European Union Artificial Intelligence Act for Healthcare. npj Digit. Med. 7, 210. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01213-6>
- 12 Deutscher Ethikrat (2023) Mensch und Maschine – Herausforderungen durch Künstliche Intelligenz. <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/deutsch/stellungnahme-mensch-und-maschine.pdf>, abgerufen am 06.09.2024
- 13 Zuchowski, L. C., Zuchowski, M. L., Nagel, E. (2024) A trust based framework for the envelopment of medical AI. Nature Portfolio Journal Digital Medicine 7, 230.
- 14 Robbins, S. (2020). AI and the path to envelopment: Knowledge as a first step towards responsible regulation and the use of AI powered machines. AI and Society, 35, 391–400.