

H 7625

E..I..f..F..Kommunikation

Zeitschrift für Informatik und Gesellschaft

43. Jahrgang 2026

Einzelpreis: 7 EUR

3/2026 – September 2026



Künstliche Intelligenz und Digitale Medien in der Bildung

ISSN 0938-3476

• Grüne Bits • Openness in AI • Informationsfreiheit •

Inhalt

Ausgabe 3/2026

inhalt

- 03 Editorial
- Stefan Hügel

Forum

- 04 Der Brief: Hat der alte Hexenmeister sich doch einmal wegbegeben ...
- Stefan Hügel
- 06 Nachrufe auf Professor Dr. Klaus-Peter Lühr
- Hans-Jörg Kreowski
- Karin Vosseberg (ehemalige Studentin)
- Rainer Isle (ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter)
- 08 Die Entstehung des FIFF
- Klaus-Peter Lühr
- 09 Neues FIFF-Projekt *Grüne Bits* bietet Hilfestellungen für nachhaltige Rechenzentren in Kommunen
- Indra Jungblut
- 11 Contesting Openness in AI. Reflections on the transformative value and participatory potential of open source AI
- Rainer Rehak, André Ullrich, Gergana Vladova
- 21 Hände weg vom IFG! Retten Sie die Informationsfreiheit.
- Offener Brief von 138 Organisationen
- 22 ... on AI in Warfare
- Joint statement from 137 organizations and 165 individuals
- 24 Humanity at the Threshold: A Declaration on Artificial Intelligence and Nuclear Weapons
- Rome Declaration: Adopted by Participants of the Global Nobel Laureates Assembly 2026
- 26 FIFF-Konferenz 2026:
Keine Panik! Resilienz in der Polykrise
- FIFF e. V.

Rubriken

- 79 Impressum/Aktuelle Ankündigungen
- 80 SchlussFIFF

Künstliche Intelligenz und Digitale Medien in der Bildung

- 27 KI und Digitale Medien in der Bildung
- Bernard Robben, Margita Zallmann
- 29 Weg vom Tech-Solutionismus!
- Sigrid Hartong
- 32 KI schreibt mit oder: Die fortschreitende Disziplinierung des schreibenden Kindes
- Gesine Kulcke
- 37 Generative KI und Lernen aus semiotischer Perspektive
- Bardo Herzig
- 41 Zum Konzept des Interaktionsdesigns für reflexive Erfahrung
- Bernard Robben
- 47 Vom programmierten Fehler zum KI-Irrtum
- Stefan Pietrusky
- 51 Digitale Medien und KI in der Schule – Praxisbeispiele
- Bernard Robben, Margita Zallmann
- 52 Interview mit Katharina Güldner
- 53 Interview mit Henning Brandt
- 55 Interview mit Simon Engelbertz
- 57 Can AI Enhance Reflective Agency in Maker Contexts?
- Michael Lund
- 60 KI hält uns einen unbequemen Spiegel vor
- Maximilian Scholz
- 63 Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der Jugendarbeit
- Bernard Robben
- 65 Team Abkürzung oder Team Unterstützung?
- Steffen Wulf
- 71 Zu Yuk Hui Philosophie der Kosmotechnik
- Bernard Robben

FIFF e. V

- 76 Einladung zur Mitgliederversammlung 2026

Lesen & Sehen

- 77 Tagungsband: Wissenschaft zwischen Krieg und Frieden
- Hans-Jörg Kreowski

Editorial

Die sogenannte *Künstliche Intelligenz* durchläuft gerade eine stürmische Entwicklung – und es ist (noch) kein Ende abzusehen. Im Gegenteil – es ist wohl zu erwarten, dass sich die Entwicklung noch weiter beschleunigt. Die aktuell veröffentlichte Literatur geht bis hin zu apokalyptischen Szenarien vom Ende der Menschheit.¹

Solange die KI-Apokalypse noch nicht stattgefunden hat, müssen wir uns dennoch Fragen zum künftigen Umgang und zur Nutzung von Künstlicher Intelligenz stellen: Wie wollen wir als Gesellschaft die Chancen von KI nutzen und ihren Risiken begegnen? Und wie bereiten wir unsere Kinder auf Szenarien vor, in denen Künstliche Intelligenz eine wesentliche Rolle spielt? Wie lässt sich Künstliche Intelligenz sinnvoll in den Schulunterricht integrieren – immer im Bewusstsein, dass ihre Nutzung durch Schüler:innen ohnehin nicht mehr aufzuhalten ist? Dies ist vielleicht auch gar nicht wünschenswert – Verbotsdebatten spiegeln meist eher die Hilflosigkeit der Verantwortlichen wider. Dennoch: Altersabhängige Verbote der Nutzung von Sozialen Medien werden gerade breit diskutiert. Zumindest muss ein geregelter Umgang gefunden werden, der Kindern und Jugendlichen gerecht wird – innerhalb wie außerhalb der Schule. Dies gilt auch für die altersgerechte Nutzung der Künstlichen Intelligenz, durch die Schulbildung gefördert und nicht durch bloßes „Abschreiben“ vorgefertigter, KI-generierter Antworten gehemmt wird.

Solche Fragestellungen veranlassen die *FIfF-Kommunikation*, sich erneut mit dem Thema der Informatik in der Bildung auseinanderzusetzen, diesmal besonders unter dem Aspekt der Künstlichen Intelligenz. *Künstliche Intelligenz und Digitale Medien in der Bildung* heißt so unser Schwerpunkt, der von Bernard Robben und Margita Zallmann zusammengestellt wurde. Wir verstehen diesen Schwerpunkt als eine Fortsetzung unserer Schwerpunkte *Informatik und Bildung* in der *FIfF-Kommunikation* 3/2013 und *Digitalisierung in der Bildung* in der *FIfF-Kommunikation* 4/2020. Auch wenn insbesondere 2013 die Künstliche Intelligenz noch nicht annähernd den heutigen Entwicklungsstand erreicht hatte, kann man wohl auch im Rückblick von einer kontinuierlichen Weiterentwicklung von Fragen der Informatiknutzung in Schulunterricht und Bildung und ihren Chancen und Risiken ausgehen. Im Schwerpunkteditorial werden die wesentlichen Fragestellungen des Schwerpunkts –

- die technologische Perspektive, welche die Funktionsweise der technischen Systeme analysiert, die die digitale Welt prägen. Es geht sowohl um die Erkundung der Wirkprinzipien dieser Systeme als auch um die Frage ihrer Gestaltung,
- die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive, welche die Verflechtung digitaler Netzwerke mit Individuen und Gruppen untersucht,
- die anwendungsbezogene Perspektive, welche die begründete Auswahl von Systemen und deren kompetente Nutzung im Blick hat –

benannt und weiter in die einzelnen Beiträge eingeführt.

Mit Bestürzung und Trauer haben wir vom Tod unseres Gründungs- und zuletzt langjährigen Beiratsmitglieds, Klaus-Peter Löhr, erfahren. In einem gemeinsamen Nachruf erinnern Hans-Jörg Kreowski, Klaus-Peter Löhrs ehemalige Studentin Karin Vosseberg und sein ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter Rainer Isle an ihn und seine wissenschaftliche Arbeit. Dazu drucken wir von Klaus-Peter Löhr selbst seinen Beitrag aus der ersten Ausgabe des damaligen Rundbriefs über die Entstehung des FIfF – damals noch *F!FF* geschrieben – als einen bedeutsamen Text aus unserer Frühphase.

Neben den im Schwerpunkt adressierten Fragestellungen der Bildung verursacht KI bekanntlich auch weitere Fragen, auf die Gesellschaft, Politik und Wissenschaft eine Antwort finden müssen. Eine davon ist die nach der Nachhaltigkeit von Rechenzentren angesichts des massiven Ressourcenverbrauchs, vor allem an Energie und Wasser. Wie nachhaltig kann eine Technologie sein, wenn alleine dafür eigene (fossile) Kraftwerke in Betrieb genommen werden müssen, um ihren riesigen Energiebedarf zu decken? Mit unserem Projekt *Grüne Bits* wollen wir Kommunen dabei unterstützen, wissenschaftliche Erkenntnisse über die ökologischen Auswirkungen von Rechenzentren in die Praxis von kommunalen Entscheidungsprozessen beim Bau von KI-Rechenzentren zu transferieren. Wir freuen uns sehr, dass wir Indra Jungblut für dieses Projekt gewinnen konnten, die in dieser Ausgabe über das Projekt berichtet und es gemeinsam mit Stefan Ullrich und weiteren Aktiven vorantreiben wird. In einer der nächsten Ausgaben soll es weitere Informationen zu diesem Projekt geben. Wir danken an dieser Stelle dem Umweltbundesamt, das das Projekt im Rahmen der Verbändeförderung unterstützt.

Rainer Rehak, André Ullrich und Gergana Vladova widmen sich danach der Frage, unter welchen Rahmenbedingungen ein bestehendes Potenzial für soziale Nachhaltigkeit, Demokratisierung, Gleichheit und Teilhabe durch KI-Systeme ausgeschöpft werden kann. Sie betonen dabei die notwendige Offenheit der Systeme und bemängeln Defizite:

... many contemporary AI systems are closed, proprietary, and highly centralized. They do not grant access to training data, limit transparency and opportunities for community-led modifications, and hinder the (re) weighting of parameters or post-deployment adjustments – just to name a few concerns. “Open source AI” systems, on the other hand, are supposedly participatory by design due to their openness.

Mehrere politische Erklärungen, denen sich das FIfF angeschlossen hat, ergänzen die Ausgabe. Gemeinsam mit über 130 zivilgesellschaftlichen Organisationen kritisieren wir die von der Bundesregierung geplanten massiven Einschränkungen des Informationsfreiheitsgesetzes. Wir teilen in einer weiteren Erklärung die Sorge über die zunehmende Militarisierung der Nutzung der Künstlichen Intelligenz und schließen uns der *Rome Declaration* an, die einen Zusammenhang zwischen der Nutzung Künstlicher Intelligenz und nuklearen Massenvernichtungswaffen herstellt und auf verantwortungsvolle Nutzung der KI und nukleare Abrüstung pocht.

Zuletzt sei auf unsere 42. FfF-Konferenz hingewiesen – bekanntlich eine Zahl mit besonderer Bedeutung² – bei der wir gemeinsam auf *Resilienz in der Polykrise* hinarbeiten wollen. Wir freuen uns, Euch dafür vom 30. Oktober bis 1. November 2026 in Berlin zu treffen.

Wir wünschen unseren Leserinnen und Lesern eine interessante und anregende Lektüre – und viele neue Erkenntnisse und Einsichten.

Stefan Hügel
für die Redaktion

Anmerkungen

- 1 Yudkowsky E, Soares N (2026) *If anyone builds it, everyone dies. Warum eine superintelligente KI uns alle vernichten würde*. München: Droemer-Verlag
- 2 Wikipedia, Stichwort „42 (Antwort)“, [https://de.wikipedia.org/wiki/42_\(Antwort\)](https://de.wikipedia.org/wiki/42_(Antwort)) und Wikipedia, Stichwort „Per Anhalter durch die Galaxis“, https://de.wikipedia.org/wiki/Per_Anhalter_durch_die_Galaxis



Der Brief

Hat der alte Hexenmeister sich doch einmal wegbegeben ...



Liebe Freundinnen und Freunde des FfF, liebe Mitglieder,

die sogenannte Künstliche Intelligenz bestimmt zunehmend die Debatten in der Technologiepolitik. Wir erhoffen uns wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fortschritt auf der einen Seite, befürchten gleichzeitig Risiken auf der anderen Seite. (Privilegierte) Berufe, die bisher einer allgemeinen Automatisierung nicht zugänglich waren und ihren Inhabern ein sicheres und ansehnliches Einkommen bescherten, stehen plötzlich zur Disposition.

Gleichzeitig laufen wir Gefahr, die Kontrolle über die Technologie zu verlieren – ein Risiko, auf das aber auch Goethe bereits vor rund 200 Jahren hingewiesen hat.¹ Bisher haben wir die Kurve anscheinend immer noch gekriegt. Doch gerade haben Entwickler und Leiter großer Unternehmen (erneut) vor der beschleunigten Entwicklung der Künstlichen Intelligenz gewarnt und mehr Regulierung gefordert. Sie warnen vor nichts weniger als dem Untergang der Menschheit. „Sie rasen auf eine sich selbst optimierende Superintelligenz zu“, so der frühere Forscher bei Anthropic, Jacob Coxon, über die KI-Entwickler.² Anlass sind die „Ausbrüche“ von KI-Agenten aus gesicherten Umgebungen und „selbständigen“ Angriffe. Doch auch in der Hand von Menschen stellen KI-gesteuerte oder -unterstützte Waffen eine zunehmende Gefahr dar, wie sich beispielsweise bei der Nutzung solcher Waffen in Gaza zeigt.³

Andere halten die Alarmrufe für Werbung: „Ein Sicherheitsvorfall“, so Aya Jaff, „ist für ein KI-Labor kein Reputationsschaden, sondern dient als Werbefläche.“⁴

Wir erinnern uns, als wir noch vor gar nicht langer Zeit mit leicht spöttischem Unterton über die immer wieder vorgetragenen Versprechen der KI sprachen, die dann nie wie angekündigt erfüllt wurden. Doch es sieht aus, als ob wir auch hier mit einem exponentiellen Prozess^{5,6,7} zu tun hätten: Lange Zeit geht die Entwicklung sehr langsam voran; scheinbar passiert überhaupt nichts, dann explodiert die Entwicklung geradezu.

Auch die Auswirkungen des Klimawandels – dem zweiten großen Risiko – zeigen sich aber immer deutlicher – und werden durch eine schon lange nicht mehr vernünftig nachvollziehbare Politik weiter befeuert.⁸ Warum ihn einige Akteure weiterhin leugnen und warum die Bundesregierung – obwohl sie den menschengemachten Klimawandel offiziell als existenzielle Bedrohung identifiziert – keine ausreichenden Schritte dagegen ergreift, ist wohl mit Maßstäben der Vernunft und Wissenschaft nicht mehr zu erklären, sondern nur damit, welche Gewinne weiterhin mit fossilen Brennstoffen erzielt werden. Dabei geht man dann so weit, von der „Seele“ eines Verbrennungsmotors zu schwadronieren und versucht, in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen Fahrverhalten und Fahrgeräusche eines Verbrenners elektronisch zu simulieren. Werden Sportwagen womöglich nicht wegen ihres Komforts und ihrer Fahrleistungen gekauft, sondern weil sie Krach machen und stinken? Man träumt von „neuen Technologien“⁹ und „hocheffizienten Verbrennern“¹⁰; letzteres in trauter Eintracht von CSU, SPD und Grünen (!). Doch die neuen Technologien gibt es längst, sie heißen *Windkraft* und *Photovoltaik* und sie breiten sich immer weiter aus – auch wenn die Bundesregierung regelrecht dagegen zu kämpfen scheint.¹¹ Windräder seien „hässlich“, so Bundeskanzler Merz.¹² Klar, so ein formschönes Gas- oder Atomkraftwerk hat man doch viel lieber vor der Haustür stehen.

Drittes Risiko für die Menschheit ist die beschleunigte Hochrüstung, die kaum mehr in Frage gestellt wird. Doch Rüstung ist eben auch ein bedeutender Wirtschaftsfaktor¹³, der nun die Automobilindustrie retten soll, die offenbar viel zu lange auf veraltete Verbrennertechnik gesetzt hat.¹⁴ Durch ihre Nutzung in Kriegsszenarien und (autonomen) Waffensystemen wird die Entwicklung der Künstlichen Intelligenz wirklich zur Gefahr – vielleicht mehr, als in den oben genannten Szenarien einer Verselbständigung von KI. Gleichzeitig wächst die Bereitschaft zum Kriegsdienst an der Waffe¹⁵ – anscheinend ziehen Kriegsdienstverweigerer ihre Verweigerung zunehmend zurück. Was sie im Ernstfall erwartet, lässt sich sehr gut im Spielfilm *Die Brücke*¹⁶

von Bernhard Wicki sehen – auch wenn das dort dargestellte Szenario angesichts heutiger Drohnentechnologie wohl sogar eher verharmlosend ist.

Gerade fanden in Sachsen-Anhalt Landtagswahlen statt; weitere Wahlen folgten in Mecklenburg-Vorpommern und in Berlin. Danach gab es helle Aufregung über ein Ergebnis, das freilich schon Monate vorher vorauszusehen war: die AfD gewann erheblich Stimmanteile hinzu und schrammte in Sachsen-Anhalt nur knapp an der absoluten Mehrheit vorbei. Offenbar hält der Hinweis des („in Teilen“) Rechtsextremismus viele Wählerinnen und Wähler nicht mehr davon ab, eine rechtspopulistische Partei zu wählen.

Wollen die Wähler:innen eine rechtsautoritäre Regierung? Oder haben sie andere Motive? Sei es tatsächliche oder gefühlte Benachteiligung, seien es Abstiegsängste. In den östlichen Bundesländern scheint sich das mit einem Gefühl der nicht anerkannten Lebensleistung zu vermischen. Der Sachsen-Anhaltinische AfD-Kandidat Ulrich Siegmund wird gefeiert, wenn er sich mit einem Motorrad der alten DDR-Marke Simson zeigt. Nun gab es auch im Westdeutschland der 1980er-Jahre Mopeds und Motorräder – doch wäre es kaum vorstellbar, dass ein Friedrich Merz im Wahlkampf auf einer Zündapp oder Kreidler dahergeknattert käme.¹⁷

Bei den etablierten Parteien macht sich anscheinend Verzweiflung breit. Es werden Strategien gesucht, eine mögliche rechtsautoritäre Partei in der Regierung zu verhindern. Doch ist der Versuch, eine „Brandmauer“ zu errichten, überhaupt glaubwürdig?

„Diese Kombination – die Brandmauer hochhalten und gleichzeitig AfD-Rhetorik und sogar deren Politik kopieren – scheint mir die schlechteste Strategie zu sein“, so der Soziologe Hartmut Rosa. „Dass der sicherste Weg, rechtspopulistische Parteien zu stärken, darin besteht, ihre Forderungen zu übernehmen, hat die Politikwissenschaft inzwischen übrigens hinlänglich bewiesen. Es ist mir schleierhaft, weshalb die etablierten Parteien das immer noch versuchen.“¹⁸

Zumindest ist der Erfolg zunehmend zweifelhaft. Momentan ist noch nicht klar, ob es kurzfristig eine AfD-geführte, rechtsautoritäre Landesregierung geben wird. Aber das Scheitern der CDU an der Fünf-Prozent-Hürde in Mecklenburg-Vorpommern ist vielleicht das letzte Warnsignal an das Parteiensystem, wie wir es kennen.

Mit Flffigen Grüßen
Stefan Hügel

Anmerkungen

- 1 Johann Wolfgang von Goethe (1797) *Der Zauberlehrling*. Nachgedruckt in diesem Heft, Seite 80.
- 2 Simon Book et al. (2026) *Erst verliert die Menschheit die Kontrolle über die KI. Dann droht Plan D / Plan D wie „Destruction“*. *Der Spiegel*, Ausgabe 39/2026, <https://www.spiegel.de/wirtschaft/kuentstliche-intelligenz-ki-bosse-fordern-regeln-trump-und-xi-haben-eigene-ziele-a-d2031049-ab89-45ee-beef-56a2f8ab5919>
- 3 Rainer Rehak and Taylor Kate Woodcock (2026) *Automating civilian harm: On Israel's use of the AI-enabled targeting system Lavender in Gaza and International Humanitarian Law*. In *The 2026 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FACCT '26)*, June 25–28, 2026, Montreal, QC, Canada. ACM, New York, NY, USA, 14 pages. <https://doi.org/10.1145/3805689.3812357>
- 4 Aya Jaff (2026) *Wie OpenAI den KI-Ausbruch als Werbefläche nutzt*. *Surplus*, Kolumne *Code & Capital*, 24. Juli 2026, <https://www.surplusmagazin.de/open-ai-ausbruch-ausgebrochen-pr-kampagne/>
- 5 Christian Stöcker (2020) *Das Experiment sind wir*. München: Blessing
- 6 Azeem Azhar (2021) *Exponential. How accelerating technology is leaving us behind and what to do about it*. London: Random House
- 7 Emanuel Deutschmann (2025) *Die Exponentialgesellschaft. Vom Ende des Wachstums zur Stabilisierung der Welt*. Berlin: Suhrkamp
- 8 Christian Stöcker (2024) *Männer, die die Welt verbrennen. Der entscheidende Kampf um die Zukunft der Menschheit*. Berlin: Ullstein
- 9 Bayerische Staatsregierung (2026) *Söder und Blume: Der Freistaat Bayern wird Sitzland des deutschen Hubs für die Forschung zur Magnetfusion*. Pressemitteilung, 29. Juli 2026, <https://www.bayern.de/soder-und-blume-der-freistaat-bayern-wird-sitzland-des-deutschen-hubs-fr-die-forschung-zur-magnetfusion/>
- 10 Petr Jerabek (2026) „Motor für Wohlstand“: Söder, Özdemir und Lies kämpfen fürs Auto. *BR24 Radio*, <https://www.br.de/nachrichten/bayern/motor-fuer-wohlstand-soeder-oezdemir-und-lies-kaempfen-fuers-auto,VVTkTyf>
- 11 Thomas Hinsberger (2026) „Wirklich eine Farce“ – Reiches Plan für Erneuerbare trifft auf heftige Kritik aus der Industrie. *FR-online*, <https://www.fr.de/wirtschaft/wirklich-eine-farce-reiches-plan-fuer-erneuerbare-trifft-auf-heftige-kritik-aus-der-industrie-zr-94169539.html> und Petra Pinzler (2026) *Handelt Katherina Reiche wie eine Klimaleugnerin? Zeit online*, <https://www.zeit.de/politik/deutschland/2026-10/katherina-reiche-wind-solar-transformationsindustrien-referat-klimaneutralitaet>
- 12 Handelsblatt (2026) *Merz – Windräder abbauen, „weil sie hässlich sind“*. *Handelsblatt online*, <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/cdu-merz-windraeder-abbauen-weil-sie-haesslich-sind/100086819.html>
- 13 Bertolt Brecht (1963 [Geschrieben: 1938/39]) *Mutter Courage und ihre Kinder*. Frankfurt am Main: Suhrkamp
- 14 Alexander Deming, Timo Schober (2026) *So soll Israels Iron Dome das VW-Werk in Osnabrück retten*. *Spiegel online*, 7. September 2026, <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/volkswagen-werk-osnabrueck-israels-iron-dome-soll-standort-sichern-a-16be952b-8b10-4851-a36e-4fada2c24a71>
- 15 *Der Spiegel* (2026) *Immer mehr Kriegsdienstverweigerer machen ihre Entscheidung rückgängig*. *Spiegel online*, 20. Juli 2026, <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/deutschland-immer-mehr-kriegsdienstverweigerer-machen-ihre-entscheidung-rueckgaengig-a-eb952fd3-1105-4e87-a2e6-b2498fdaa04c>. Nebenbei: Nach Artikel 12a (2) GG kann der Kriegsdienst „aus Gewissensgründen“ verweigert werden. Es ist also kein einfache „Entscheidung“, sondern impliziert eine Veränderung des persönlichen Wertekanons.
- 16 *Die Brücke* (1959). Spielfilm, Deutschland, Regie Bernhard Wicki. [https://de.wikipedia.org/wiki/Die_Brücke_\(1959\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Die_Brücke_(1959)), ARD-Mediathek: <https://www.ardmediathek.de/video/filme-in-der-ard/die-bruecke/ard/Y3JpZDovL2FyZC5kZS9wbGFuQVJEX2NhMmZlMGZlTRmZ-TETnGQ1Zi05ZGJhLTNiNGNiZDM5MGQ1MV9nYW56ZVNiRmR1bmc>
- 17 Bekannt wurde zumindest der Versuch seines Namensvetters Friedrich Zimmermann, der 1985 als Verkehrsminister an dem Versuch gescheitert ist, unfallfrei ein Mofa zu fahren (<https://www.youtube.com/watch?v=HtzJDF5h-jk>).
- 18 Hartmut Rosa (2026) „Da die Katastrophe nun da ist, könnte sie einen Aufbruch erzeugen“, Interview, Nils Markwardt, *Die Zeit online*, <https://www.zeit.de/feuilleton/2026-09/hartmut-rosa-landtagswahl-sachsen-anhalt-afd-soziologie>

Nachruf auf Professor Dr. Klaus-Peter Lühr

Peter Lühr ist nach langer, schwerer Krankheit am 20. April 2026 im Alter von 84 Jahren gestorben. Er war Gründungsmitglied des FlFF und Mitglied im ersten sechsköpfigen Vorstand. Im ersten *FlFF-Rundbrief* vom August 1984 hat er über die Entstehung des FlFF geschrieben, wie man nachgedruckt in diesem Heft lesen kann. Er hat das FlFF als Beiratsmitglied unterstützt und war während all der Jahre eng mit dem FlFF verbunden. Auf Seite 7 der *FlFF-Kommunikation 2/1994* stellt er sich als Beiratsmitglied kurz vor¹. Aber weit über das FlFF hinaus hat er als Wissenschaftler in Forschung und Lehre Zeichen gesetzt und sich um die Informatik sehr verdient gemacht.

Peter Lühr hat 1968 sein Mathematik-Studium an der Technischen Universität Berlin (TUB) mit dem Diplom abgeschlossen. Danach hat er als wissenschaftlicher Assistent zuerst am Hahn-Meitner-Institut gearbeitet und ab 1970 im Fachbereich Informatik der TUB. Dort wurde er 1974 promoviert, war von 1974 bis 1978 Assistenzprofessor und hat 1980 habilitiert. Im selben Jahr hat er einen Ruf auf eine Professur an die Universität Bremen angenommen, wo er bereits zwei Jahre lang eine Vertretungsprofessur innehatte. 1985 wechselte er als Professor an die Freie Universität Berlin, wo er bis zu seinem Ruhestand 2006 tätig war. Ab 1982 hat er seine Forschungssemester im kalifornischen Santa Barbara verbracht.

Wissenschaftlich hat Peter Lühr erfolgreich an einer Reihe von Themen der Praktischen Informatik im Kontext von Programmiersprachen, Softwaretechnik und Betriebssystemen gearbeitet, wobei seine fundierten Beiträge zu Nichtsequentialität, Nebenläufigkeit, Verteiltheit und Objektorientierung herausragen. Einschlägige Publikationen belegen seine Kreativität und Produktivität². Hervorzuheben ist, dass er immer größten Wert auf die Lehre gelegt und seine Lehrveranstaltungen mit Enthusiasmus und bestens vorbereitet durchgeführt hat. Ihm war wichtig, dass Studierende ein eigenes Verständnis vom Lehrstoff entwickeln, so dass der nicht nur an ihnen vorbeirauscht. Auch die Aufgabe, wissenschaftlichen Nachwuchs zu betreuen, hat er engagiert verfolgt. Die an den Nachruf angehängten Erinnerungen von Karin Vosseberg als Studentin und von Rainer Isle als wissenschaftlicher Mitarbeiter belegen seine besondere Einsatzbereitschaft.

Über Lehre und Forschung hinaus hat er sich in besonderer Weise um die universitäre Entwicklung und Gestaltung der Informatik verdient gemacht. An seinen drei Wirkungsstätten hat er maßgeblich den Aufbau der Informatik-Studiengänge mitgetragen und vorangetrieben. An der Technischen Universität Berlin war er einer der Vordenker der Neuordnung des Informatikstudiums, die durch tutorielle Lehrveranstaltungen in kleinen Lerngruppen, der Vermeidung eines überfrachteten Lehrplans und den Verzicht auf abgestufte Benotung geprägt war. An der Universität Bremen war er einer der ersten drei Informatik-Professoren überhaupt. Er hat nachdrücklich ein studienreformarisches Konzept für den Informatik-Studiengang vertreten, zu dem ein Projekt als Pflichtveranstaltung gehörte, das Interdisziplinarität betonte und die gesellschaftlichen Auswirkungen der Informatik zu einem integralen Bestandteil des Studiums machte. Da er auch an der Freien Universität einer der ersten Informatik-Professoren war, hat er dort eine ähnliche Rolle gespielt wie in Bremen³.



* 23. Juli 1941 † 20 April 2026

Peter Lühr ist nicht nur im universitären Umfeld hervorgetreten, sondern hat sich auch aktiv in die wissenschaftliche Gemeinschaft eingebracht. Im Rahmen der Gesellschaft für Informatik (GI) hat er in der Fachgruppe *Betriebssysteme* und im Präsidiumsarbeitskreis *Datenschutz und IT-Sicherheit* mitgearbeitet. Über lange Jahre war er an der Auswahl ausgezeichneter Informatikdissertationen für den GI-Dissertationspreis beteiligt und hat ihre jährliche Dokumentation als *Lecture Notes in Informatics* mitherausgegeben. Hervorzuheben ist auch sein Engagement im Fachbereich *Informatik und Ausbildung/Didaktik der Informatik*, in dem er prominent bei der Erarbeitung diverser Empfehlungen für die Hochschulausbildung in der Informatik und bei der Erstellung von Lehrplänen mitgewirkt hat. Für seine Verdienste um die GI hat sie ihn 2009 zum GI-Fellow ernannt und damit besonders ausgezeichnet^{4,5}.

Peter Lühr war als Forscher und akademischer Lehrer ein großes Vorbild mit zukunftsweisenden Visionen für die Informatik, wobei ihm die didaktische Seite ebenso wichtig war wie die technische. Er gehörte zu den leider immer noch viel zu wenigen Wissenschaftler:innen, die dafür eintreten, dass die enormen gesellschaftlichen Auswirkungen der Informatik eine gesamtgesellschaftliche Verantwortung erfordern.

Ich hatte das Glück, sowohl an der TU Berlin als auch an der Universität Bremen mit Peter Lühr zusammenzutreffen und ein paar Jahre lang auf Fachbereichsebene zusammenzuarbeiten. Seine Auffassungen von Wissenschaft, Lehre und der gesell-

schaftlichen Rolle der Universitäten haben mich bereichert. Erwähnenswert ist vor allem die gemeinsame Arbeit in der Bremer

FlfF-Regionalgruppe, aus der u. a. eine gemeinsame Publikation hervorgegangen ist⁶.

Karin Vosseberg

Erinnerungen einer ehemaligen Studentin

Als junge Studentin habe ich an der Universität Bremen bei Peter Löhr Vorlesungen zu nichtsequenzieller Programmierung, Softwaretechnik und Betriebssysteme gehört. Seine Vorlesungen waren nie langweilig; im Gegenteil er hat es immer wieder geschafft, komplexe Inhalte verständlich aufzubrechen und uns mitzunehmen. Er hat damit mein Interesse an den Konzepten verteilter Systeme geweckt, so dass es für mich folgerichtig war, das zweijährige Projekt bei ihm zu Fernaufrufen in homogenen Rechnernetzen zu belegen und ihn auch als Betreuer für meine Diplomarbeit zu wählen. Mit seiner ruhigen und eher bescheidenen Art war er immer uns Studierenden zugewandt. Er war fordernd, aber auch unterstützend und hilfsbereit. Gerade im Projekt hat er uns den Raum gelassen, unsere eigenen Erfahrungen zu machen, ohne uns alleine zu lassen. Ich habe viel von ihm gelernt, auch dass man manchmal die Stille von Studierenden in ihrem Lernprozess ertragen muss, bevor man unterstützend eingreift.

Peter Löhr hat mich nicht nur im Studium sondern auch bei meinen ersten Schritten in der Forschung begleitet. Er hat uns mitge-

nommen zum Treffen des damaligen *GI-Arbeitskreises Betriebssysteme*, wo wir über unsere Diplomarbeit berichten durften und er hat mit uns unsere erste Veröffentlichung geschrieben⁷. Auch bei späteren Treffen auf Fachkonferenzen habe ich Gespräche mit Peter Löhr sehr geschätzt und ihn immer als wertschätzend und unterstützend in Erinnerung.

Aber nicht nur seine fachliche Tiefe hat mich beeindruckt. Für Peter Löhr war das Informatikstudium mehr als nur Ausbildung. Es gehörte zu seinem Bildungsverständnis, eine Verzahnung von grundlegenden Fachkenntnissen in der Informatik mit der Auseinandersetzung der gesellschaftlichen Auswirkungen unseres Handels als Informatiker:innen herzustellen. In der Rückbetrachtung haben gerade diese Diskussionen meinen Blick auf die Informatik und mein Verständnis von Studium und Lehre mit geprägt und ich versuche, diese Erfahrungen an meine Studierenden weiterzugeben. Peter Löhr wird für mich ein Vorbild bleiben.

Rainer Isle

Erinnerungen eines ehemaligen wissenschaftlichen Mitarbeiters

Ich war vier Jahre in Bremen und zwei Jahre an der FU Berlin bei Peter Löhr als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Mein Verhältnis zu Peter als „Chef“ war sehr gut. Er hat mir auch, kurz nachdem ich in Bremen anfang, sein Haus in Bruchwettern zur Verfügung gestellt, weil er ins Forschungssemester nach USA ging.

In der Lehre war Peter sehr engagiert, sein hoher Anspruch war für mich ein Ansporn. Die Zusammenarbeit mit ihm hat mir sehr viel Freude bereitet. Immer wieder regte er mich an, für Konfe-

renzen Beiträge zu schreiben, zum Teil mit ihm und anderen als Co-Autor. Auch habe ich auf seine Anregung hin mehrmals an Konferenzen in Kanada teilgenommen und Universitäten in den USA besucht. Als Betreuer hatte er oft neue Ideen und Erweiterungswünsche, was für mich und meine geplante Promotion letztlich nicht immer ganz einfach umzusetzen war. Insgesamt war die Zeit des Aufbaus der Informatik an der Universität Bremen und an der FU Berlin mit Peter zusammen sehr spannend.

Anmerkungen

1 <https://www.fiff.de/fiff-kommunikation/1994/2/>

2 <https://dblp.org/pid/I/KPLoehr.html>

3 <https://www.mi.fu-berlin.de/nachrufe/Klaus-Peter-Loehr.html>

4 https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Ueber_uns/Auszeichnungen/Fellows/2009/loehr-fellow2009.pdf

5 <https://fg-bs.gi.de/nachruf-peter-loehr>

6 Reinhold Franck, Brian J. Gerloff, Roland Hardt, Rainer Isle, Hans-Jörg Kreowski, Inger Kuhlmann, Klaus-Peter Löhr, Richard Voet, Anne

Wilhelm: *Informatik 2000, Kampf um Märkte und Vorherrschaft. Informatik-Bericht 5, Universität Bremen, 1987. 41 Seiten*

7 Rainer Isle, Klaus-Peter Löhr, Joachim Müller, Lutz Nentwig, Jörg Perhson, Karin Vosseberg, Karl Heinz Zachries: *Fernaufrufe für die Realisierung verteilter Applikationen in heterogenen lokalen Rechnernetzen. Kommunikation in Verteilten Systemen 1987: 311-325*

Die Entstehung des F!FF

Welche Rolle spielt der Computer heute und in Zukunft? Meinungsumfragen lassen erkennen, daß die Bevölkerung der Bundesrepublik den Einsatz von Computern in fast allen Bereichen der Industrie und des öffentlichen Lebens nicht durchweg feindlich, wohl aber skeptisch gegenübersteht. Der Bürger ist besorgt über die weitreichenden Möglichkeiten der Überwachung und Kontrolle des Einzelnen, die sich durch den Einsatz leistungsfähiger Systeme für die Datenverarbeitung, -speicherung und -kommunikation ergeben. Forcierte Rationalisierung und Automatisierung mittels des Computers – zunehmend auch im Bürobereich – stoßen weiterhin auf Ablehnung, weil die Folgen – Arbeitsplatzvernichtung und oft verschlechterte Arbeitsbedingungen – offensichtlich sind.

Weithin unbekannt ist, daß der Computer eine tragende Rolle vor allem im militärischen Bereich spielt, ja daß Waffentechnik, Logistik, Nachrichten- und Befehlssysteme in noch viel stärkerem Maße vom Computer geprägt und abhängig sind als die zivilen Bereiche. Auch zeigt die Geschichte des Computers, daß die Entwicklung von Hardware und Software entscheidend durch militärische Anwendungen bestimmt und vorangetrieben wurde, und die bis zum Jahr 2000 reichenden militärischen Planungen lassen erkennen, daß man für den automatisierten Krieg im Weltraum und auf irdischem Schlachtfeld gerüstet sein will.

Von den Insidern der Datenverarbeitung, insbesondere denen mit Informatikausbildung, waren bis vor kurzem nur vereinzelt kritische Stimmen zum Computereinsatz zu hören. Zu nennen sind hier vor allem Gliederungen des Fachbereichs 8, *Informatik und Gesellschaft*, der *Gesellschaft für Informatik* (GI). Erst die Nachrüstungsdiskussion von 1983 brachte hier eine Wende. Die Stationierung der *Pershing II* mit ihren kurzen Vorwarnzeiten und der damit drohenden Inbetriebnahme rechnergestützter, vollautomatischer Frühwarn- und Entscheidungssysteme in Ost und West führte zu lebhaften Diskussionen über die mangelnde Zuverlässigkeit solcher Systeme. War die Situation in Mitteleuropa schon durch die Raketenstationierung eher unsicherer als sicherer geworden, so würde das Risikos eines „versehentlichen Atomkriegs“ durch Computerfehler noch größer werden.

Die Öffentlichkeitsarbeit einer im Sommer 1983 gebildeten Initiative *Informatiker warnen vor dem programmierten Atomkrieg* stieß auf so lebhaftes Resonanz, daß eine organisatorische Zusammenfassung einer größeren Zahl kritischer Informatiker möglich und vielversprechend schien. Am 2. Juni 1984 wurde das F!FF gegründet. Der Name des Vereins verweist einerseits auf Gründungsanlaß und aktuellen Arbeitsschwerpunkt und macht andererseits deutlich, dass seine Mitglieder kritische Analysen nicht auf militärische Anwendungen der Informatik beschränken wollen. Daß der Informatiker bereit ist, seiner gesellschaftlichen Verantwortung gerecht zu werden, muß sich gerade auch in Bereichen wie Automatisierung und Datenschutz erweisen.

Was den Zusammenhang zwischen Informatik und Rüstung betrifft, so befürchten die Mitglieder des F!FF, daß weltweit die militärische Nutzung der Informatik eher zu- als abnehmen wird. Wir finden das bedrückend, bedeutet es doch, daß viele von uns mit ihren Kenntnissen und Fähigkeiten mithelfen werden, daß immer schrecklichere Angriffswaffen entwickelt werden. Wir glauben aber, dass wir, indem wir unser Fachwissen und unsere Arbeitskraft zur Verfügung stellen, zur Lösung zweier wichtiger Aufgaben beitragen können:

- Information der Öffentlichkeit: Die Zerstörungswirkung moderner Waffensysteme und erst recht das gesamte Zerstörungspotenzial der weltweit angehäuften Massenvernichtungswaffen überschreitet jedes menschliche Vorstellungsvermögen. So ist es nicht verwunderlich, wenn für viele Menschen Waffen immer noch gleich Waffen sind, und Atomraketen, die durch komplexe computerisierte Systeme überwacht, abgefeuert und ins Ziel gelenkt werden, im Kräftevergleich wie Panzer und Bomber aufgerechnet werden. („Natürlich müssen wir die *Pershing II* aufstellen, sollen wir denn einfach mitansehen, wie die Russen ihre SS 20 auf uns richten?“) Als Informatiker wissen wir nicht nur von der Zerstörungskraft der Atomwaffen, sondern auch von der zunehmenden Automatisierung bei der Entscheidungsvorbereitung für ihren Einsatz. Wir können die Öffentlichkeit darauf aufmerksam machen, daß diese Art „fortgeschrittener Technologie“ nicht zur Erhöhung unserer Sicherheit beiträgt, sondern das militärische Gleichgewicht zwischen Ost und West immer labiler werden läßt und damit die Kriegsgefahr erhöht. Jeder muß sich letztlich sein eigenes Urteil bilden; unsere Aufgabe ist es, fachlich fundierte Argumente beizusteuern.
- Entwicklung überzeugender Alternativen: Das F!FF ist „für Frieden“, d. h. für Verhandlungen und Abrüstung – und für den Einsatz der Informatik für friedliche Zwecke. Es genügt nicht, die militärischen Anwendungen der Informatik einzudämmen, es ist auch nötig, konkrete Perspektiven für eine am Menschen orientierte zivile Informatik zu entwickeln. Zwar droht der Mensch mittels des Computers kontrollierbar zu werden. Wir glauben aber, daß dies verhindert werden und der Computer zum Nutzen des Menschen eingesetzt werden kann.

Wie auch immer es um den Erfolg unserer Bemühungen bestellt sein wird – das F!FF wird so stark (oder so schwach) sein wie seine Mitglieder. Es lebt aus der Aktivität der lokalen Gruppen und Initiativen. Ohne eine breite aktive Basis wären wir nur ein trockener „e. V.“, kein wirkliches „Forum“. Die Schlußfolgerung für alle engagierten Informatiker, die noch nicht im F!FF sind: Mitglied werden und mitarbeiten!

Aus: F!FF-Rundbrief 1/1984, Seiten 17-19

Neues FlFF-Projekt *Grüne Bits* bietet Hilfestellungen für nachhaltige Rechenzentren in Kommunen

In Deutschland soll massiv Rechenleistung ausgebaut werden. Die Zivilgesellschaft ist schon längst alarmiert, da ökologische Bedenken dabei kaum eine Rolle spielen. Doch Kommunen können eine entscheidende Rolle beim nachhaltigen Bau von Rechenzentren spielen. Das Projekt Grüne Bits will sie dabei unterstützen.

Wenn das Stichwort *Rechenzentren* fällt, haben viele von uns Bilder der gigantischen KI-Rechenzentren in den USA vor Augen, die sich als schlichte Flachbauten in kargen Landschaften über hunderte von Metern erstrecken. Oder auch die farbenfrohen Aufnahmen der Wärmebildkameras, die laufende Gasturbinen auf den Gebäuden sichtbar machen. Zunehmende Aufmerksamkeit kommt den Serverhallen dabei nicht nur wegen ihrer schieren Ausmaße zuteil, sondern auch aufgrund ihrer massiven ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen. Der Ressourcenverbrauch, Energiehunger und Wasserdurst der sogenannten AI-Gigafactories kommt dem ganzen Städte mit Zehntausenden an Einwohner:innen gleich.

Das Problem betrifft jedoch nicht nur die USA. Rund um den Globus wird massiv Rechenleistung ausgebaut – auch in Europa und Deutschland. Schon heute ist Deutschland an der Spitze der europäischen Länder mit den meisten Rechenzentren. Und auch hierzulande laufen bereits die ersten Gaskraftwerke (<https://algorithmwatch.org/de/rechenzentren-strompreise/>), um ihren Energiebedarf zu decken.

Der Koalitionsvertrag der aktuellen Bundesregierung sieht eine intensive Nutzung von (generativer) KI vor. Dazu sollen, so das erklärte Ziel, weitere Rechenzentren gebaut werden. Bis 2030 will die Bundesregierung die Rechenkapazität in Deutschland verdoppelt haben. Mit einer Novelle des Energieeffizienzgesetzes verkürzt sie dazu gerade Genehmigungsverfahren, schwächt Transparenzregeln ab und setzt wichtige Vorgaben aus. Unbeantwortet bleibt dabei, an welchen Standorten die neuen Datenzentren entstehen sollen, wie der notwendige, hohe Energieverbrauch klimaneutral gedeckt werden kann und wie ein möglichst ökologischer Betrieb ermöglicht wird.

Dabei gefährdet in den Hotspots Frankfurt am Main und Berlin der hohe Energieverbrauch der Rechenzentren gepaart mit dem zunehmendem Einsatz fossiler Energiequellen, schon heute die Energiewende und führt zu steigenden CO₂-Emissionen in Zeiten, in denen diese zur Erreichung der Klimaziele eigentlich sinken müssten. Außerdem ist davon auszugehen, dass auch in Deutschland der Wasserverbrauch der Datenzentren den Wassermangel in vielen Regionen verschärfen wird.

Die Zivilgesellschaft ist schon längst alarmiert, und neben dem FlFF fordern auch Organisationen wie AlgorithmWatch und Greenpeace eine maß- und planvolle Rechenzentrumsstrategie, die planetare Grenzen berücksichtigt. Und es steht die Frage im Raum, ob es tatsächlich diesen hohen Bedarf an weiterer Rechenleistung gibt und wessen Interessen der Ausbau letztlich dient. Die letztliche Entscheidung, ob ein Rechenzentrum gebaut wird, müssen Kommunen treffen.



Distorted Lake Trees, Lone Thomasky & Bits&Bäume, <https://betterimagesofai.org>, CC BY 4.0

Kommunen haben entscheidende Rolle beim Ausbau von Rechenleistung

„Kommunen sind in Deutschland der Ort, in dem bei lokalen Bauvorhaben die konkreten Entscheidungen getroffen werden“, sagt die Umweltinformatikerin Rosemarie Bähne, die am Umweltbundesamt (UBA) als wissenschaftliche Mitarbeiterin zu Themen der *Green IT* arbeitet. Daher kommt ihnen beim Ausbau an Rechenleistung eine entscheidende Rolle zu. Bei ihnen landen die Anfragen der Rechenzentrums-Betreiber, die bestehende Rechenzentren erweitern und neue errichten wollen. An ihnen liegt es, darüber zu entscheiden, wie und ob sich die Ansiedlung der ressourcenintensiven Stromverbraucher in ihre lokalen Wirtschaftsstrategie integrieren lässt, etwa durch Steuer- und Abgaberegelungen für Betreiber:innen. Ihre Aufgabe ist aber auch, den kommunalen Umwelt- und Klimaschutz zu fördern. Für Kommunen ist daher relevant, in wie weit sich neue Rechenzentren in die regionale Wärme- und Energieplanung integrieren lassen und wer für die ökologischen Kosten aufkommt.

Projekt *Grüne Bits* bietet Hilfestellungen für Kommunen

„Wissenschaftliche Erkenntnisse über die ökologischen Auswirkungen von Rechenzentren und Lösungen dafür sind grundsätzlich vorhanden“, sagt Rosemarie Bähne. „Was dagegen fehlt ist der Transfer dieses Wissens und der Lösungen in die Praxis von kommunalen Entscheidungsprozessen.“ Genau um diesen Transfer geht es in dem neuen Projekt *Grüne Bits*, das beim FlFF angesiedelt ist. Das Projekt ist im Juni gestartet und wird von Indra Jungblut und Stefan Ullrich geleitet. Fachlich unterstützt werden sie von Max Schulze, Gründer des Think-and-Do-Tanks

Leitmotiv. Gefördert wird es vom Umweltbundesamt (UBA) im Rahmen der Verbändeförderung.

„Die grobe Idee entstand vor einigen Jahren im Rahmen der *Bits & Bäume*-Bewegung im Austausch mit der Umweltinformatikerin Anna Zagorski vom UBA, die dort für den Blauen Engel für Software zuständig ist. Das FIFF ist eine der wenigen Organisationen in Deutschland, die sowohl im Themenbereich kritische Digitalisierung als auch Klima und Nachhaltigkeit aktiv und kompetent ist“, berichtet Rainer Rehak vom FIFF-Vorstand. Das FIFF engagiert sich schon seit über 15 Jahren an der Schnittstelle Digitalisierung und Nachhaltigkeit, zum Beispiel im Projekt *Faire Computer* u. a. mit Sebastian Jekutsch. Außerdem war das FIFF Mitgründer der Bits & Bäume-Bewegung, was dazu führte, dass der Infrastrukturbezug immer stärker wurde, so Rainer. „Seit ein paar Jahren nun rücken Rechenzentren in den Fokus; einerseits als konkrete Bauprojekte mit ökologischen und sozialen Kosten, andererseits als Symbol einer ungerechten Digitalisierung.“

Das Projekt *Grüne Bits* hat das Ziel, die Entwicklungen rund um den Ausbau von Rechenleistung aus einer sozial-ökologischen Perspektive zu begleiten, Transparenz für alle von dieser Entwicklung Betroffenen zu schaffen und Strategien und praxisnahe Hilfestellungen für kommunale Akteur:innen zu entwickeln. „Kommunen haben die Möglichkeit, über Bebauungspläne, Ausschreibungen oder Vergabekriterien konkrete Nachhaltigkeitsanforderungen an Rechenzentren zu stellen“, sagt Rosemarie Bähne. „Orientierung bietet hier zum Beispiel der Blaue Engel für Rechenzentren, das einzige Umweltzeichen, das Rechenzentren ganzheitlich in den Blick nimmt.“ Das Umweltzeichen stellt unter anderem Anforderungen an die Energieeffizienz, die verwendeten Kältemittel, die Nutzung erneuerbarer Energien, die Transparenz durch die Veröffentlichung relevanter Kennzahlen und die Abwärmenutzung.

In der Praxis würde jedoch oft das Wissen darüber fehlen, welche Anforderungen gestellt werden können, wie diese richtig formuliert und wirksam eingefordert werden, so Bähne. Daher werden über den Projektzeitraum Best Practises für einen nachhaltigen Rechenzentrumsbetrieb gesammelt, in Publikationen die öko-sozialen Kosten und die Hintergründe vermittelt als auch auf Veranstaltungen und in Workshops Zivilgesellschaft und kommunale Politik vernetzt. Abschließend soll eine Handreichung für kommunale Akteure zum Umgang mit dem Ausbau digitaler Infrastrukturen veröffentlicht werden. „So entsteht die Chance, frühzeitig, bevor der erste Spatenstich erfolgt, Rechenzentren von Anfang an nachhaltig zu planen und gestalten“, sagt Rosemarie Bähne.



Indra Jungblut

Ich bin **Indra und Jungblut** und leite das Projekt *Grüne Bits*. Seit mehr als 15 Jahren arbeite ich vor allem journalistisch an der Schnittstelle zwischen Nachhaltigkeit und Digitalisierung und leite dazu Workshops an Schulen und in der Erwachsenenbildung. Das Thema *Rechenzentren und ihre sozial-ökologischen und ökonomischen Auswirkungen* habe ich schon lange im Blick, zuletzt auch im Rahmen einer Recherche zu Rechenzentren in Frankfurt am Main für *AlgorithmWatch*. Dabei ist mir klar geworden, welche wirkungsvollen Hebel Kommunen und die Zivilgesellschaft bei einer nachhaltigen Gestaltung von Rechenzentren haben. Ich freue mich, im Rahmen von *Grüne Bits* Schnittstellen zu schaffen und Unterstützung geben zu können.

Informationsasymmetrien zwischen KI-Anbietern und Kommunen ausgleichen

Mit der Bereitstellung einer breiten Wissensbasis und der Vernetzung von Kommunen und Zivilgesellschaft geht *Grüne Bits* zudem ein strukturell unterschätztes Problem an: Die Informationsasymmetrie zwischen großen KI-Anbietern und kommunalen Behörden. Sollen neue Rechenzentren angesiedelt werden, schicken die Betreiber oft spezialisierte Verhandlungsteams. Kommunen haben diese zumeist nicht und müssen dennoch zusehen, alle relevanten Informationen zur Entscheidungsfindung aus verlässlichen Quellen zu erhalten.

„Uns geht es darum, Kommunen und die (organisierte) Zivilgesellschaft in die Lage zu versetzen, informierte Entscheidungen zu treffen, gestützt auf Forschung und erhobene Daten“, sagt Stefan Ullrich, assoziierter Forscher am Weizenbaum Institut, der das Projekt im FIFF koordiniert. „Wenn uns dieser Wissenstransfer gelingt, können Kommunen ihre Möglichkeiten zur nachhaltigen Gestaltung von Rechenzentren tatsächlich nutzen und diese Infrastrukturen selbstbestimmt integrieren und steuern.“

Beteiligungsmöglichkeiten für FIFF-Mitglieder

Grüne Bits ist im Juni gestartet und wird bis Ende Mai 2027 gefördert. Aktuell setzt das Team eine Webseite und weitere wesentliche Infrastrukturen auf und identifiziert Strategien und relevante Orte.

FIFF-Mitglieder sind herzlich eingeladen, sich an dem Projekt zu beteiligen. „Konkrete Beteiligungsmöglichkeiten sehe ich darin, dass die Mitglieder ihre Netzwerke nutzen, um befreundete Gruppen und Regionalgruppen, die Kontakt zu lokalen Stakeholdern haben und dezentrale Aktionen organisieren können, zu aktivieren. Außerdem freuen wir uns, wenn Mitglieder im eigenen Arbeitskontext wirksam werden“, lädt Rainer Rehak ein.

Ist in eurer Umgebung der Bau eines neuen Rechenzentrums geplant? Kennt ihr eine Kommune mit akutem Unterstützungsbedarf? Habt ihr von einer aktiven Bürgerinitiative gehört, mit der wir uns vernetzen sollten? Oder wollt ihr euch unmittelbar bei Grüne Bits mit euren Erfahrungen und eurer Expertise einbringen? Wir freuen uns, von euch zu hören unter: gruene-bits@fiff.de

Contesting Openness in AI. Reflections on the transformative value and participatory potential of open source AI

Recent research highlights the potential benefits of artificial intelligence (AI) applications for promoting social sustainability, including democratization, equity, and participation. However, many contemporary AI systems are closed, proprietary, and highly centralized. They do not grant access to training data, limit transparency and opportunities for community-led modifications, and hinder the (re)weighting of parameters or post-deployment adjustments – just to name a few concerns. “Open source AI” systems, on the other hand, are supposedly participatory by design due to their openness. Drawing on the widely adopted definition of openness provided by the Open Source Initiative (OSI), derived from the free and open source software (FOSS) domain, this conceptual paper argues that applying this notion of openness to AI systems constitutes merely a discursive move. The transfer of the FOSS-based definition of openness to AI is often intended to transfer the positive and participatory “aura” associated with FOSS. However, an analysis of the differing socio-technical characteristics underlying software and AI reveals significant discrepancies in their structural and normative conditions. Failing to account for these differences risks the “openwashing” of otherwise non-participatory AI systems. Conversely, recognizing these distinctions opens up alternative pathways for FOSS-like participatory practices regarding AI systems. We conclude with a constructive, two-pronged proposal: First, we call for an extension of the current, predominantly technical notion of openness in AI towards a definition rooted in participatory principles, emphasizing a process-oriented understanding of design and operation. Secondly, we advocate for a stronger focus on “small AI”-systems that can be operated and understood by individuals and small organizations. Such lightweight systems, we argue, allow for transparency, reusability, experimentation, and extensibility and hence enable self-determination and community empowerment through AI technologies—precisely the kind of socio-technical practices associated with the original concept of “openness”. However, this understanding applies to a much smaller subset of AI systems. Our work contributes to the academic and societal discourse on sustainable and participatory AI by drawing from critical data and algorithm studies, science and technology studies, computer science, and participatory research.

1 Introduction

Recent works put forward the possible benefits of AI applications for social sustainability [29], e.g. for increasing equity [58] and participation [57], which are essential to understand and meet the needs and perspectives of small and marginalized communities [9] among others. AI applications promise diverse opportunities for research and innovation, but the widespread adoption throughout society raises concerns about the transparency [67] and safety of AI models [70]. Especially large AI systems turn out to be closed, proprietary and highly centralized [71]. Most models lack the necessary features to be fully understandable, auditable and reproducible. Furthermore, restrictive licenses limit the claim of model openness [70]. No or limited access to training sources and limited transparency make community modifications and readjustments of parameters or inference configurations impossible to name just a few issues that impede accessibility and comprehensibility of these systems. These rather closed AI systems provide access via a service to users, but the inner working mechanisms remain widely miraculous [24]. However, society is already broadly using such AI systems: For example, 52 % of U.S. adults now use large language models (LLMs) to some extent as of March 2025 [17], and 78 % of the participants (coming from 101 nations) in a recent survey [35] state in late 2024 that their organizations use AI.

Flanking this dynamic, there is currently a call for conceptually and technically advancing open source AI systems (e.g. Llama, RHEL AI or Granite LLM) [65, 77] such as increasing comprehensibility of the inner workings via transparency regarding inner weightings, training data or open documentation [18, 28, 56], but there are also allegations of open-washing practices [64, 71]. Following the Open Source Initiative (OSI) [45], we refer to open source AI as a system that is made available in a

way that grants freedom to (1) using the system for any purpose without need for permission; (2) studying how the system and its components works; (3) modifying the system for any purpose; (4) sharing the system with others for any purposes. However, we argue that this focus on mainly technical aspects rather than including socio-technical aspects, e.g. on practices, purposes and governance, is not sufficient for any participatory benefits.

In this conceptual paper, we argue, that the move from closed AI systems to open source AI systems is primarily a discursive one because of the specifics of this technology, and does neither automatically make AI systems beneficial for solving environmental and social issues, nor does it allow for participatory practices in a meaningful way. More precisely, we work out that transferring the technical notion of openness to AI does not hold the same benefits for open source AI systems as it does for open source software.

Openness in software allows democratic and emancipatory sociotechnical practices, such as sharing, participation, adaptability, accountability, and understandability [8, 10, 15, 47]. Simply transferred to AI systems, however, technical openness does not directly allow for the same practices due to the special nature of AI, since AI systems are generally very data hungry, need lots of computation and are in principle hard to modify. Nevertheless, these challenges must be faced because openness is a necessary condition for unveiling the participatory potential that AI systems can have. Compared to other specialized technologies, AI applications could prove useful in various settings and contexts that influence social, political, and cultural practices and structures. In particular, its easy accessibility via natural language interface can also attract non tech-savvy user groups. To lever the participatory potential extensively and go beyond mere use, we

argue that a range of sufficient conditions such as a limited size, inclusive and open design processes, or a focus on the common good when distributing the benefits of AI systems (also see [31, 61]) must be fulfilled as well. We make this argument by reflecting on the established meanings of openness in software. We then outline the technical properties and inner workings of the most commonly referred to closed AI systems, such as ChatGPT, Jasper, or BERT. Given this foundation, we will argue that the traditional notion of openness can actually not be meaningfully applied to AI systems as easily as it is currently often conceptualized [65, 77]. We finish our argument with a call to move away from the rather technical notion of openness towards a notion which allows for socio-technical practices by the design and operation, focusing on a practice-oriented understanding of participatory AI, that can lead to systems fostering self-determination and community empowerment [9, 78]. This kind of AI is characterized by limited complexity, transparency, reusability, extensibility, and allows some forms of oversight and experimentation on top of existing models [71] and, thus, incorporating broader public goals into the development and deployment of AI systems. This notion, however, has a much smaller number of application cases and does correspond very little to the promises outlined in the beginning.

In Section 2 we outline the technical foundations of AI and relate participation and its practices to AI. Section 3 provides background on different kinds of openness and Section 4 pulls together the previous insights and critically discusses the limitations of open source AI for achieving participation in AI systems. We provide avenues for realizing participatory AI in Section 5 and conclusions in Section 6.

2 Socio-technical Participation

Modern democratic societies are characterized by continuous discourses regarding the democratization of manifold aspects of life (see [19, 26]). One of the many approaches to achieve democratization is participation [42], meaning the involvement of individuals and groups in relevant societal decision processes and the material practices affecting them. The idea of participation extends far beyond large political processes and especially also reaches questions of technology design and use, as can be seen in the general thematic development of such discourses at high-profile academic outlets like the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (ACM CHI), the ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (ACM FAccT), or the ACM Conference on Information Technology for Social Good (ACM GoodIT).

As AI turned out to be a digital technology broadly considered to deeply affect personal, economic, political and social life, questions of applying participatory practices to AI design and use come up [e.g., 76]. We will now outline our understanding of AI and then sketch out the relevant aspects of participation in the context of AI development and use. Among other aspects, we will show how important it is to look at participation from a socio-technical perspective.

2.1 Technical Foundations of AI

Technically speaking AI is an umbrella term that was coined 70 years ago [48, 50] and that today describes an area within computer science comprising a bouquet of many different computational approaches [52]. Those are usually differentiated into symbolic (decision trees, search graphs, logical/formal reasoning etc.) and sub-symbolic (genetic algorithms, support vector machines, artificial neuronal networks etc.). Due to continuously increasing computing power and the massive availability of data, e.g. the usercontent driven Web 2.0, especially artificial neuronal networks (ANNs) based on the vast amount of text and images available online gave way to the current powerful AI systems like LLMs including multi-modal systems also being able to analyse or produce images, videos, music or speech. Since their breakthrough with ChatGPT 2022 [7] many of those models are widely used now [46].

Key characteristics of LLMs are the immensely data and computation intensive training period and the computationally intensive usage (inference) phase, both imply exceptionally high organizational, financial and material-ecological demands [49]. Generally speaking the following elements characterize the AI life-cycle [60, 71]: Collection of data, then human-aided categorization, classification and clean-up of the said data to make it usable for training, then utilization of an AI programming framework (Meta's pyTorch or Google's tensor flow) providing the source code for the architecture and the actual training, then lots of computation for producing the final model (e.g. the weights and structure), finally allowing for using it (technical term: inference). This process has to be repeated regularly in full with new data to keep the model up-to-date. The resulting models themselves can be marketed, i.e. sold or made accessible via web service. The complexity and size of such models can range between tiny/small, when they are trained on locally available data, and ultra-large, when they are based on large internet datasets like Common Crawl, trying to represent the whole internet. Current generative AI models, e.g. LLMs, are of the later category and require huge amounts of data as well lots of human labor and exceptionally high computation demands in hyper-scaler data centers with specialized hardware [49].

2.2 Participation, Practices and AI

Participatory practices play an important role on the way towards a sustainable societal and technological development. Participation is crucial in many areas of society, e.g. for developing sustainable urban areas [12]. Asbetsadik et al. [5] emphasize the role of community participation for sustainability and find that insufficient user participation and inadequate technology selection hinder the longterm viability of rural water supply schemes. Ochara and Mawela [43] point out the important role of mobile technology in anchoring e-participation strategies and policies to improve the overall social sustainability.

The relevance of public participation, especially in the context of decisions on the usage of AI, is undisputed and continually increases with the dissemination of the technology. In particular, the development of technology towards data-driven paradigms and the many ways in which different sections of the population

can use AI have increased the need for participation in the development of AI systems. Participation is furthermore viewed as particularly necessary at the level of political decision-making in order to guarantee democracy and sovereignty and to prevent or at least mitigate possible negative effects from the use of the technology. In those and other contexts, e.g. political, economic, scientific, openness is strongly associated with enabling and creating access and interaction, allowing for participation [2, 23, 66].

Participatory AI can take different forms [9]: For example, the participation of affected groups in the design and use of the systems, as well as in the development of algorithms, can contribute to the improvement of AI systems (as in the area of AI for social purposes). Participatory design can also be important in the organizational area, as employees can improve their working conditions in the context of AI through participation [20]. Participatory approaches are also considered necessary in the context of the collection and use of socio-cultural data needed for the training and validation of machine learning systems in order to achieve a fair design of technology and counteract inequalities.

Despite this growing need for broad public participation, there is no consensus, but rather a broad mix of different methods and theories that address the nature of stakeholder participation in the design of AI as well as the goals of this participation [16], e.g. legal requirements for consultation with civil society groups, community input, or inclusive data labeling and co-design [74]. Young et al. [74], however, also explicitly show tensions between the local engagement of community-based participatory methods and the globalized operation of commercial AI systems, structuring them into (1) centralized to distributed development, (2) calculable to selfdetermined public, and (3) instrumental to intrinsic perception of the value of public contributions. Furthermore, the opacity, changeability and resource requirements of AI are seen as an obstacle to this. The need for an interdisciplinary focus has also been recognized [59] as well as alternative participation approaches are now being proposed (e.g. [62]) to illustrate how participation focused on specific AI applications can create more meaningful opportunities for participation than intervention at the basic technology level alone.

2.3 Socio-technical Aspects

Even though the importance of participation in the context of developing and using a technology is undisputed, the focus has mostly been on the technical aspects. Even if the user's perspective was taken into account during design, it is only when the system is used under real-world conditions that the advantages and disadvantages as well as the specific practices of its use can be understood [1]. However, when a technical system is used, it may turn out that it does not meet expectations or even has unexpected, even highly unwanted, consequences for users. In the organizational context, such effects are easy to observe, as the use of the system pursues specific goals and these goals are measurable. As early as the 1980s, researchers such as Enid Mumford [39] provided the first results showing that the use of technologies that have been developed without taking into account the social needs of the organization in which they are used

can lead to an unsatisfactory result. This phenomenon is grasped by the concept of socio-technical systems (also see [63]). It describes that the social and technical subsystems of an organization, including any new technologies that are introduced into the organization, have to be co-conceptualized and their use coordinated as socio-technical practices. This socio-technical interdependency also applies to AI applications [75].

Applying the socio-technical lens in the context of this society-focused paper should not so much take into account the needs of an organization, but rather the multi-layered needs of individuals, groups and society at large. Applying this lens, however, allows for explicating the socio-technical practices associated with certain technologies.

Our understanding of participation is based on Arnstein's (1969) ladder of citizen participation [4] – which is a typology of different levels of participation where levels of citizen agency, control, and power increase with each step. Those steps are: information, consultation, placation, partnership and delegation (also see [73]).

Using socio-technical practices we will later apply the ladder of participation to open source AI systems in order to contest the claim, that such systems allow for similar participatory effects as openness in software. Corbett et al. [13] have used the ladder to analyze participatory approaches to AI development in recent scholarship and identified that most of the work informs or consults rather than partners with or delegates control to participants. Hence, only low levels of participation have been met. As initially stated, the goals of societal benefit are often associated with the openness of AI [77], therefore we will now take a closer look at the notion of openness itself.

3 Kinds of Openness

In order to explain how participatory AI can be designed, we need to firstly understand existing participation ideas and practices in the context of technology developments.

The concept of Free Software (FS) appeared in the 1980s in the context of a programming-focused social movement. FS focuses on inclusion and participation via skill sharing and exchange of code as social practices. The famous *four freedoms* are in fact social practices, namely to freely run, understand, modify and share software. Building on this, the concept of Open Source Software (OSS) emerged in the very late 20th century and took the technical and license requirements of FS, but framed them rather as a new software development approach with an explicit business focus on adaptability and security, not referring to social values such as sharing, participation or freedom. The OSS approach can also be considered allowing for participatory practices as it shares the technical openness, e.g. in modifying and distributing code of a specific software. Those movements over time merged again as Free (Libre) Open Source Software (FOSS).

It is key here to understand that regarding software the source code is sufficient to build (compile) the working program in its entirety. The code can easily be modified and then built into the updated program. Documentation helps building and mak-

ing modifications easier, but the source code contains all ingredients. However, the concept of open source goes far beyond simply providing access to source code. The Open Source Initiative [44] outlines ten criteria that need to be met by a software to be considered open source: 1. Software can be freely redistributed and license shall not require any royalties; 2. Software must include source code and allow its redistribution; 3. The license allows for modifications and derived works and redistribution must be under same terms as original software; 4. The integrity of the authors source code needs to be protected; 5. The license must not discriminate any persons or groups; 6. The license must not make use of the program in any specific contexts; 7. The specific right attached to a program applies to all to whom the program is distributed to without need for additional licensing; 8. The license must not be specific to a product; 9. The license must not restrict other software; 10. The license must be technology-neutral. Those principles are fully compatible with the initial four freedoms of the FS movement.

Baack [6] emphasizes how practices and values from open source culture can be applied to the creation and use of data and identifies three modulations of open source: 1. The full potential of sharing source code can be levered when also sharing crude (unprocessed) data, which enables individual interpretation processes and thus fosters inclusion; 2. Applying the open source model of participation to political participation can support an open and flexible form of representative democracy; 3. It must be acknowledged that intermediaries are necessary to make crude data accessible to the broad public which, in turn, then has the potential for participation. Wirtz et al. [72] investigate the determinants of open government data usage by citizens and find that ease of use, usefulness, transparency, participation and collaboration expectancies significantly determine citizens' intention to use the data, which in turn positively affects their word-of-mouth intention.

Another angle to approach openness is open hardware, in which construction plans, instructions and construction files are published under an open license. Open hardware is still less popular than open software. This is rooted in the challenge that the majority of people do not have access to chip factories and technical components as well as on business models of market actors on the other side. Against this background it was quite surprising when Sun Microsystems in 2006 made the design of their SPARC-processor architecture freely available under OpenSPARC. Another example is the project Open Compute, which contains a collection of free hardware for constructing data centers. These and many more examples show how openness in hardware can foster a participatory culture leading to more inclusive environments.

Besides the already introduced OSI understanding of open source AI, that emphasizes freedom in using, studying, modifying, and sharing of such systems, Openness in AI refers to a broad range of different aspects such as openness about source code, science, data, safety techniques, capabilities, and goals [11]. White et al. [70] suggest the Model Openness Framework (MOF) that rates machine learning models based on their completeness and openness, following open science principles and specify to be released code, data, and documentation components of the model development lifecycle. They furthermore,

provide the Model Openness Tool (MOT), which is a user-friendly reference implementation for evaluating openness and completeness of models in light of the MOF [70].

Widder et al. [71] emphasize three key affordances that characterize openness in AI: transparency, reusability extensibility. Transparency refers to access to training data and information about the inner working mechanisms such as weights associated with a specific model. However, the probabilistic nature of AI systems does not allow for explaining model performance or specific outputs in a given context, nor explains emergent properties of a system, regardless how open it is regarding weights, code or documentation [33, 51, 71]. Reusability refers to making models to third parties available for usage. This third-party usage is limited by market access opportunities that is currently oversight by big tech players, which in turn constraints model deployment for third parties. Extensibility refers to use and build on and fine tune existing models by, e.g., adjusting its parameters or training it on different data for different purposes [71].

Bostrom [11] emphasizes that some forms of openness can plausibly benefit present and future generations (openness about safety measures, openness about goals) and others (openness about source code, science, and possibly capability) have the potential to tightening the competitive situation around the time of the introduction of advanced AI. He furthermore outlines that partial openness that enables external stakeholders to contribute to an AI project's safety work and to supervise organizational plans and goals appears desirable [11].

Building on the description of the participatory practices and ideas and the concept of openness, in the following we will combine these with the previous discussed technical foundations of AI and the socio-technical practices to argue that the concepts of openness from open-source software are being applied in ill-fitting ways to AI systems and openness therefore will not have a similar participatory effect as it has with software.

4 Limits of Openness

The relationship between openness and participation is multi-directional and there even seems to be an inclusive and participative aura concerning the term openness (see [2, 23, 66]). Openness deals with accessibility and transparency. Openness in traditional technical systems enables participation by providing access to and codetermination about the inner workings and decision making processes of future developments. But is this also true regarding AI systems? Following this logic, processes and systems need to be opened to allow for participation. That is, giving users/concerned stakeholders a direct, active and co-creative role in design, but also in using and modifying AI applications as well as the handling of underlying data.

However, coming back to and abstracting from Arnstein's [4] ladder of citizen participation denoting different levels of participation – AI can be understood as participatory when information about the inner workings, user rights in applying the AI responsibilities and options is transparently provided to the users/concerned parties. Furthermore, users/concerned parties

should be consulted to provide their opinions and should be taken into account, e.g., when further developing AI systems. Following the notion of placation, at least a limited number of users should be granted a limited degree of influence over the further development and also the regulation of these systems. Although user data is utilized to optimize AI systems like ChatGPT, this cannot count as influence, since those processes are not deliberate on the user side and entirely hidden. Co-determination in form of partnership is realized when users/concerned people are allowed to veto decisions. Here, power is negotiated and redistributed between AI power holders and users/concerned people. In all open source models to date, the main design and training decisions have already been made, when users get access. Vetos or even slight influence are therefore not possible. Delegated power is achieved when AI power holders (or regulatory bodies) provide users/concerned people with some degree of control on specific tasks and decision-making authority. All open source models to date have a closed creation process. Participation in its largest extend is referred to as control and is characterized by the fact that users/concerned parties can govern these programs and be fully in charge of managerial and policy aspects and may change the conditions under which external parties can use the software. In regard to this understanding of participation, all current open source AI models are practically proprietary. In turn, an increase in extend of participation increases the meaningful openness of a technical system. Both can be fostered by democratic structures around the design and operation as well as by defining adequate technical characteristics.

With this understanding of participation in AI systems we can now revisit the elements in the AI life-cycle [60, 71] introduced in section 2.1. We also have to keep in mind that in the current open source AI discourse the traditional notion of openness is reflected in gradients (see [71]).

Concerning AI models and use (inference): Systems are attributed as open such as Meta Llama 3 since they provide an API or the possibility of model download, whereby very non-open usage restrictions apply [37, 38]. Coming from a traditional understanding, these systems can rather be considered as closed [34, 41] and the practice of still calling it open source AI should be considered as open-washing (also see [71]).

Other systems offer access to source code, training data, documentation, and licensing for reuse and can be considered technically open. However, the data is usually provided as is without explanations regarding the selection or annotation criteria or other relevant metadata. Furthermore, the amount of data necessary for model training is often inscrutably large, e.g. for LLMs. Independently organizing the data labor to re-annotate is also virtually impossible, since the amount of human data work necessary is first costly and second usually happens in neo-colonial assemblages, e.g. precarious work in the Global South (better term: Majority World). It is therefore practically impossible to change and modify the model in a process of recreating it, it is only possible in theory to reproduce the very same model again. Openness therefore does not imply any participatory value. In other cases, only the links to the data stored elsewhere is provided. However, since AI systems such as LLMs, need excessive loads of data, it is virtually impossible to pull together all data

necessary without utilizing large data storage facilities and it is equally impossible to do the computation needed for model creation without utilizing equally large data centers. Computing capacity increased 300,000 times in the last six years, roughly an 8-fold increase each year, which is impossible to keep up without being a multinational corporation. Hence here too, technical openness in itself does not contribute to participation in any meaningful way. All of this is different with openness in software like FOSS, since software modifications only need the source code and little computation power for compilation.

In addition, in order to recreate and change AI models, the common AI development frameworks must be used, i. e. pyTorch from Meta and TensorFlow from Google [71]. There are currently no other influential frameworks and they therefore set the development standards. This monopolization can also be called commercial capture [71] and practically hinders meaningful participation despite the fact that those frameworks are open. This aspect too is different from openness in software like FOSS, since many development frameworks are available, yet not strictly necessary for modifications.

Finally, openness is often used as anti-monopoly argument allowing for a heterogeneous digital AI ecosystem. This argument is also not applicable for all the reasons stated above, as we can empirically see: there are only few models used by the majority of users and the main ones are provided in a proprietary form by large corporations (e.g. ChatGPT, Jasper, BERT).

To conclude the argument, we found that openness in AI has many benefits and very little drawbacks, but those benefits do not directly foster participation or even the possibility for participation, because either a limited understanding of openness prevents (re)building or modifying a model (e.g. because the source data is referenced but not provided) or because the technical realities of building AI models (data and computation demands) realistically only allow powerful organizations to (re) build or modify a model. If we would like to find a suitable and explanatory analogy for this problem, building a nuclear power plant might be it. We might have the complete construction plans for it but since the technical result is so complex, the materials are so expensive to get and some of them are even proprietary, and the social and environmental costs are huge, there is little to no participatory value in having the plans in the first place. To conclude, due to the characteristics of AI the act of open sourcing in itself does not directly allow for meaningful participatory practices to be exercised as it does with software.

Considering Arnstein's ladder of participation [4] technical openness in AI can only cater for the most basic participation step (information), if at all. Openness can then only be viewed as one of the (possibly many) necessary conditions for participation; not more, but also not less. Applying alternative models of participation like the one from Webler-Thomas [69] focusing on access to process and information as well as on the power to influence and constructively promote structural changes holds similar results, as the core aspects of AI design and operation are, as shown above, not meaningfully open. In the following section, we will elaborate on ideas regarding sufficient conditions for participation in AI.

5 Ways Forward to Participatory AI

After presenting our critique, we now turn to concrete proposals for closing the “openness gap” and integrating AI systems into participatory practices—practices that are essential to fulfilling the original promises associated with the notion of “open source AI.” Since we have already established that this is a socio-technical issue, addressing it may at times emphasize either the social or the technical dimension. However, any such focus must be aware of the specifics and interdependencies of both.

To meaningfully transfer participatory practices from Free and Open Source Software (FOSS) to the domain of AI, it is important to recognize that the availability of freely licensed source code provides the material foundation for open practices such as studying, understanding, modifying, recompiling, and sharing software. Building on this foundation, we will now outline conditions necessary to enable comparable practices for AI systems.

If such (sufficient) conditions are met, the promise of openness could be meaningfully realized—allowing small and marginalized communities, along with other members of society, to actively participate in re-imagining and co-creating AI ecosystems. This, in turn, would challenge prevailing commercial and proprietary dynamics, and offer an alternative to the colonial and unsustainable structures currently embedded in the field [3, 32, 49].

Enabling participatory practices in AI, which we established above as the main social value of openness, has more complex requirements than in FOSS, since AI systems are far more complex technically (e.g. data size, computation), epistemologically (e.g. black box phenomenon of models) and socially (e.g. data work) than traditional software. Therefore all aspects and processes in the AI life-cycle require different and new kinds of opening to result in *Free and Open Source AI (FOSAI)* deserving its name. In the following, we propose a general approach, structured around two interrelated spheres: the social and the technical. This framework is intended to serve as a starting point for identifying the specific transformations needed to enable the development of genuinely participatory AI.

5.1 Social Aspects: Principles Enabling Participation

Building on the arguments presented above, all elements of the AI life-cycle must be meaningfully opened up: Giving users and concerned stakeholders a sufficiently direct and active role in the design and operation of AI, but also in the use and modification of AI applications, and in the handling of the underlying data. Concretely, this requires the introduction of inclusion and equal access, transparency, publicity, responsiveness, and high quality of communication across all elements of the AI life-cycle, as outlined by Srnicek [60] and Widder et al. [71]. Furthermore, we propose applying principles of participation that relate both to the process itself and to the framework conditions necessary to enable meaningful and comprehensive participation.

Key principles that ensure participation include the establishment of well-planned participatory processes [27]; responsiveness and quality of communication [40]; facilitation of con-

structive individual behaviors [69]; structural characteristics that support constructive interactions [69]; enabling social conditions that are necessary for future activities [69], understanding and participation of all relevant stakeholders (particularly marginalized and vulnerable groups), and effective opening of the underlying data and meta-data [6]. Consequently, this approach requires inclusion and collective access to information and to the process, the power to influence the process, and the power to influence the outcome [69].

At the level of framework conditions, on the other side, the requirements for enabling participation include, among others: the power-aware establishment of social conditions necessary for future participatory activities; the fostering of trust between governments and citizens, as well as among all other relevant stakeholder groups; the empowerment of citizens; transparency throughout institutional and procedural contexts; and the effective implementation of laws, regulations, and policies. Only under such conditions can foundational practices emerge that enable reusability, extensibility and meaningful oversight in AI systems [71]. However, creating these conditions is particularly challenging, given that the business models of most current AI leaders are based precisely on maintaining closed processes controlled by selected actors [71]. And especially when the technical openness of certain AI models is advertised, scrutiny must also focus on the closed processes in the background that allow large tech companies to indirectly control and exploit the surrounding (participatory) digital ecosystem (see [77]). Therefore, appropriate governance frameworks and concrete policy measures must be further researched that integrate technical, economic and political expertise, and then subsequently implemented.

In line with these arguments, we further emphasize the principles of sustainable digitalization as sufficient conditions for fostering participatory practices that simultaneously address ecological imperatives. Herlo et al. [25] identify objectives of sustainable digitalization in the context of socio-ecological digital sovereignty: First they build on Fritzsche et al. [21] who elaborate three levels of meaning for sustainable digitalization: 1) the sustainable design of digital technologies, 2) the use of digital technologies to achieve sustainability, and 3) the realization of sustainable systemic change. Second, they incorporate the work of Lange and Santarius [31], who, based on the urgent societal need for structural transformation—with digitalization serving as a primary lever—develop three guiding principles for sustainable digitalization: 1) digital sufficiency, 2) consistent data protection, 3) orientation toward the common good in the distribution of the benefits of digitalization.

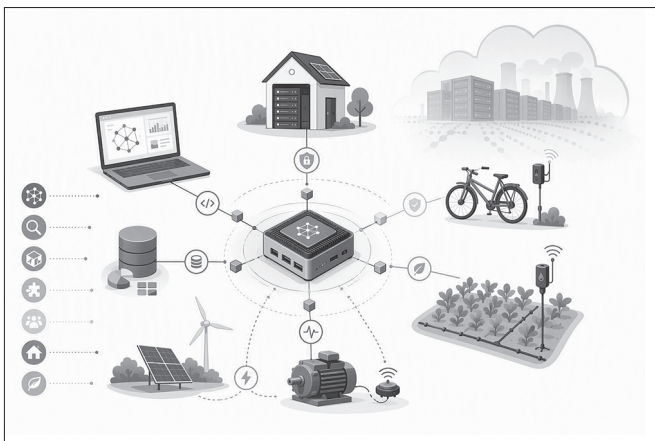
By acknowledging and addressing these principles, the social dimension can contribute meaningfully to enabling broad participation by supporting participatory practices.

5.2 Technical Aspects: Small AI

Apart from the social aspects, the technical aspects are equally crucial, as our socio-technical understanding requires. Regarding this aspect, we propose to focus on the notion of *small AI* [49] as a transformative technical concept allowing for participatory practices and also facilitating opening proprietary processes

as proposed above, i. e., to technically support the opening in a meaningful way.

Small AI in this context means, that the technical requirements needed for designing, building and using a certain AI application can, in principle, be met by individuals, small groups or communities. *Small AI* therefore implies a limited size of the respective models, but more importantly it implies constrained available resources in terms of digital infrastructures at disposal. Hence, *small AI* is characterized by only light requirements regarding data collection, data handling, technical complexity and raw computation necessary for operating and also building (training) or modifying (fine-tuning) such systems. Only then AI systems can be handled in an understandable, controllable and independent way for an extended period of time, and hence allow meaningful participation.



Small AI: Locally governed, resource-efficient systems enable transparency, adaptability, participation, and practical applications in mobility, agriculture, and predictive maintenance.

In contrast, large AI models such as Meta's Llama or OpenAI's GPT whose training and operation require hyper-scaler data centers for months of calculation, and the electricity consumption of a small city, let alone the organizational effort needed to continuously operate such a project, are not *small AI*. The principle of 'bigger is better' only holds true in this context, if at all, for very powerful actors [61], centralizes power even more and inhibits any transparency or self-determination, which is precisely the opposite of enabling openness and participation.

Concrete examples for *small AI* are civic tech visual car detection systems for increased bike safety [55], precision agriculture automation systems optimizing the watering process [53], industrial predictive maintenance systems detecting anomalies in moving parts so that a replacement can be scheduled before something breaks [53], urban AI systems [54] and many others. Sometimes the terms tiny models or TinyML are used, underlining the smallness of the systems uses [22, 53, 68]. In each example, the AI systems in question are just small enough that the given actors could harness the value of openness and attach participatory practices. In all examples the models are governed, run and developed locally allowing for effective control.

Small AI, as we are proposing it, has a number of key advantages in terms of facilitating participatory practices, which larger systems simply do not allow. Since *small AI* is a concept or para-

digm rather than an actual technology we propose some general characteristics to initiate the discussion.

Small AI has a rather light requirement regarding training data, which means that the underlying datasets can be reasonably understood, which is good for learning, fixing errors, modifying, and repair and maintenance. The lightness of the data set does not mean that there are only hand-picked files, but it means that there is no necessity to own a datacenter. In effect, the resulting AI model will also have a limited complexity, e. g. in terms of the number of parameters) and therefore offer increased transparency, understandability, contestability, modifiability, extensibility and reusability. These are precisely the preconditions for meaningful participation.

Furthermore, *small AI* allows for many different kinds of AI systems to coexist in parallel and since these systems are distributed and decentralized, there is a real technical possibility to prevent centralized power and reduce centralized dependencies. Furthermore, many small models instead of few huge ones also mean more diversity, more plurality, more possibilities to learn, and more room for creativity, plus they also offer a counterpoint to the ongoing tendency towards global averages due to the impactful generalization effects by the dominant LLMs, which iron out many local ways of knowing and being, ignore fringe understandings of the world and even bias away the existence of many marginalized communities [36]. Therefore, a shift towards *small AI* would also contribute to the decolonial turn in the otherwise highly colonial digital sphere [14]. Hence, the move to *small AI* would be able to foster inclusion and participation at many different epistemological and ontological levels.

Finally, the widespread adoption of *small AI* has the potential to reduce the ecological footprint of the AI landscape, because each task will then ideally be solved by a lightweight, specialized system rather than a huge almighty resource-hungry AI behemoth, which is usually overpowered and underused for small tasks. Sometimes, the focus on small systems might even open up room for non-AI solutions [49], and therefore even prevent rebound effects [30]. Although the ecological footprint is not directly linked to participatory practices, we consider an intact livelihood to be a prerequisite for emancipatory and participatory societies, particularly given that marginalized communities and those in the Majority World are the most affected by global warming and the biodiversity crisis.

6 Summary and Conclusion

This article is situated at the intersection of social sustainability and AI research. It critically examines the meaning, implications, and limitations of the concept of openness in technology. We argue that transferring the notion of openness from software and data to AI does not yield the same strong participatory benefits as it does in its original contexts, e. g. FOSS. While openness in software and data enables democratic and emancipatory socio-technical practices, such as sharing, adaptation, and understanding, transferring this concept to AI as merely "making models available" fails to support comparable forms of participation, due to the distinctive characteristics of AI, including its resources, data, and computational intensity.

While technical openness is important, it is only one of several necessary conditions for enabling participatory engagement. To realize the full potential of openness in AI, we propose opening up and democratizing all stages of the AI life-cycle. In addition, we advocate for strengthening both, the principles of participation to be applied in the process and framework conditions, and the technical paradigm of *small AI* to ensure that such openness is both meaningful and accessible. If the suggested participatory aspects are not implemented, or if they are impossible to implement due to a given social context or technical complexity, then such systems cannot be considered open or participatory.

This broader understanding of open source AI can serve as a starting point for identifying the conditions necessary for a sustainable, decolonial, and participatory digital transformation involving AI. Of course, the insights offered in this article represent only one piece of a larger puzzle. Further research is required to explore both the possibilities and the limitations of participatory AI. Nevertheless, our analysis demonstrates that questions of openness and participation in AI are not just technological matters of architecture or implementation; they are, at their core, also questions of politics, economics and power.

Acknowledgments

This work was partly funded by the Federal Ministry of Education and Research of Germany (BMBF), grant no. 16DII131, and the Open Access Publication Fund of the Weizenbaum Institute, Berlin.

References

- [1] Yvonne Dittrich, Christiane Floyd, and Ralf Klischewski (Eds.). 2002. Social thinking-software practice (Cambridge, Mass, 2002). MIT Press.
- [2] Muhammad Aftab Alam, David Rooney, and Murray Taylor. 2022. From egosystems to open innovation ecosystems: A process model of inter-firm openness. *Journal of Product Innovation Management* 39, 2 (2022), 177–201. doi:10.1111/jpim.12615
- [3] Syed Mustafa Ali. 2016. A brief introduction to decolonial computing. *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students* 22, 4 (2016), 16–21. doi:10.1145/2930886
- [4] Sherry R. Arnstein. 1969. A Ladder of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners* 35, 4 (1969), 216–224. doi:10.1080/01944366908977225
- [5] Teklesinoda Asbetsadik, Arragaw Alemayehu, Dagim Wolde, and Getabalew Derib. 2025. Enhancing the sustainability of rural water supply schemes in Emegua Kebele: the role of community participation and key challenges. *Discover Sustainability* 6, 1 (2025). doi:10.1007/s43621-025-01098-9 Publisher: Springer Science and Business Media LLC.
- [6] Stefan Baack. 2015. Datafication and empowerment: How the open data movement re-articulates notions of democracy, participation, and journalism. *Big Data & Society* 2, 2 (2015). doi:10.1177/2053951715594634 Publisher: SAGE Publications.
- [7] Jascha Bareis and Christian Katzenbach. 2022. Talking AI into Being: The Narratives and Imaginaries of National AI Strategies and Their Performative Politics. *Science, Technology, & Human Values* 47, 5 (2022), 855–881. doi:10.1177/01622439211030007
- [8] David M. Berry and Giles Moss. 2006. Free and open-source software: Opening and democratising e-government's black box. *Information Polity* 11, 1 (2006), 21–34. doi:10.3233/IP-2006-0084
- [9] Abeba Birhane, William Isaac, Vinodkumar Prabhakaran, Mark Diaz, Madeleine Clare Elish, Iason Gabriel, and Shakir Mohamed. 2022. Power to the People? Opportunities and Challenges for Participatory AI. In *Equity and Access in Algorithms, Mechanisms, and Optimization* (Arlington VA USA, 2022-10-06). ACM, 1–8. doi:10.1145/3551624.3555290
- [10] Blekinge Institute of Technology, Richard Torkar, Pau Minoves, i2cat Foundation, Janina Garrig.s, and i2cat Foundation. 2011. Adopting Free/Libre/Open Source Software Practices, Techniques and Methods for Industrial Use. *Journal of the Association for Information Systems* 12, 1 (2011), 88–122. doi:10.17705/1jais.00252 Publisher: Association for Information Systems.
- [11] Nick Bostrom. 2017. Strategic Implications of Openness in AI Development. *Global Policy* 8, 2 (2017), 135–148. doi:10.1111/1758-5899.12403 Publisher: Wiley.
- [12] Islam Bouzguenda, Chaham Alalouch, and Nadia Fava. 2019. Towards smart sustainable cities: A review of the role digital citizen participation could play in advancing social sustainability. *Sustainable Cities and Society* 50 (2019), 101627. doi:10.1016/j.scs.2019.101627 Publisher: Elsevier BV.
- [13] Eric Corbett, Emily Denton, and Sheena Erete. 2023. Power and Public Participation in AI. In *Equity and Access in Algorithms, Mechanisms, and Optimization* (Boston MA USA, 2023-10-30). ACM, 1–13. doi:10.1145/3617694.3623228
- [14] Nick Couldry and Ulises A. Mejias. 2019. Data Colonialism: Rethinking Big Data's Relation to the Contemporary Subject. *Television & New Media* 20, 4 (2019), 336–349. arXiv: <https://doi.org/10.1177/1527476418796632> doi:10.1177/1527476418796632
- [15] Kareem A. Dawood, Khaironi Y. Sharif, Abdul A. Ghani, H. Zulzail, A.A. Zaidan, and B.B. Zaidan. 2021. Towards a unified criteria model for usability evaluation in the context of open source software based on a fuzzy Delphi method. *Information and Software Technology* 130 (2021), 106453. doi:10.1016/j.infsof.2020.106453 Publisher: Elsevier BV.
- [16] Fernando Delgado, Stephen Yang, Michael Madaio, and Qian Yang. 2023. The Participatory Turn in AI Design: Theoretical Foundations and the Current State of Practice. In *Equity and Access in Algorithms, Mechanisms, and Optimization* (Boston MA USA, 2023-10-30). ACM, 1–23. doi:10.1145/3617694.3623261
- [17] Elon University News Bureau. 2025. Survey: 52 % of U. S. adults now use AI large language models like ChatGPT. <https://www.elon.edu/u/news/2025/03/12/survey-52-of-u-s-adults-now-use-ai-large-language-models-like-chatgpt/> Accessed: 2025-07-16.
- [18] Heike Felzmann, Eduard Fosch-Villaronga, Christoph Lutz, and Aurelia Tam.- Larrieux. 2020. Towards Transparency by Design for Artificial Intelligence. *Science and Engineering Ethics* 26, 6 (2020), 3333–3361. doi:10.1007/s11948-020-00276-4
- [19] Joseph Fiander, Chad Walker, Ian H. Rowlands, Patrick Devine-Wright, Charlie Wilson, Iain Soutar, and Rajat Gupta. 2024. Energy democracy, public participation, and support for local energy system change in Canada. *Energy Research & Social Science* 113 (2024), 103526. doi:10.1016/j.erss.2024.103526
- [20] Tim Fountaine, Brian McCarthy, and Tamim Saleh. 2019. Building the AI-Powered Organization. *Harvard Business Review* 97, 4 (2019), 62–73. <https://hbr.org/2019/07/building-the-ai-powered-organization>
- [21] Kerstin Fritzsche, Julia Pohle, Steffen Bauer, Fabio Haenel, and Felix Eichbaum. 2022. Digitalisierung nachhaltig und souverän gestalten. *Digitalisierung nachhaltig und souverän gestalten* 21 (2022).
- [22] Chengzhuo Han, Tingting Yang, Xin Sun, and Zhengqi Cui. 2024.

- Harnessing Small AI Model Collaboration and Debate Mechanisms in 6G Networks: Distributed Architectures and Layered Privacy Protection. In ICC 2024 – IEEE International Conference on Communications. 722–727. doi:10.1109/ICC51166.2024.10622972
- [23] Teresa M. Harrison and Djoko Sigit Sayogo. 2014. Transparency, participation, and accountability practices in open government: A comparative study. *Government Information Quarterly* 31, 4 (2014), 513–525. doi:10.1016/j.giq.2014.08.002
- [24] Vikas Hassija, Vinay Chamola, Atmesh Mahapatra, Abhinandan Singal, Divyansh Goel, Kaizhu Huang, Simone Scardapane, Indro Spinelli, Mufti Mahmud, and Amir Hussain. 2024. Interpreting Black-Box Models: A Review on Explainable Artificial Intelligence. *Cognitive Computation* 16, 1 (2024), 45–74. doi:10.1007/s12559-023-10179-8 Publisher: Springer Science and Business Media LLC.
- [25] Bianca Herlo, Andr. Ullrich, and Gergana Vladova. 2023. Sustainable Digital Sovereignty: Interdependencies Between Sustainable Digitalization and Digital Sovereignty. *Weizenbaum Series*, Vol. 32. Weizenbaum Institute for the Networked Society – The German Internet Institute, Berlin. 39 pages. doi:10.34669/WI.WS/32
- [26] Beatrice Ietto and Andr. Ullrich. 2025. E-participation initiatives for local government services: A systematic literature review on stakeholder objectives and evaluation approaches. *JeDEM – eJournal of eDemocracy and Open Government* 17, 1 (2025), 104–143. doi:10.29379/jedem.v17i1.951
- [27] Jan-Hendrik Kamlage and Patrizia Nanz. 2018. Public participation and democratic innovations: Assessing democratic institutions and processes for deepening and increased public participation in political decision-making. *Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS)* (2018).
- [28] Buomsoo Kim, Jinsoo Park, and Jihae Suh. 2020. Transparency and accountability in AI decision support: Explaining and visualizing convolutional neural networks for text information. *Decision Support Systems* 134 (2020), 113302. doi:10.1016/j.dss.2020.113302
- [29] Apoorva Vikrant Kulkarni, Shaji Joseph, and Kanchan Pranay Patil. 2024. Artificial intelligence technology readiness for social sustainability and business ethics: Evidence from MSMEs in developing nations. *International Journal of Information Management Data Insights* 4, 2 (2024), 100250. doi:10.1016/j.ijimei.2024.100250 Publisher: Elsevier BV.
- [30] Stefanie Kunkel and David Tyfield. 2021. Digitalisation, sustainable industrialisation and digital rebound – Asking the right questions for a strategic research agenda. 82 (2021), 102295. doi:10.1016/j.erss.2021.102295 Publisher: Elsevier BV.
- [31] Steffen Lange and Tilman Santarius. 2020. Smart green world?: Making digitalization work for sustainability. Routledge.
- [32] Vili Lehdonvirta, B.x.1 W., and Zoe Hawkins. 2024. Compute North vs. Compute South: The Uneven Possibilities of Compute-based AI Governance Around the Globe. *Proceedings of the AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society* 7 (2024), 828–838. doi:10.1609/aies.v7i1.31683 Publisher: Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI).
- [33] Zachary C. Lipton. 2018. The Mythos of Model Interpretability: In machinelearning, the concept of interpretability is both important and slippery. *Queue* 16, 3 (2018), 31–57. doi:10.1145/3236386.3241340 Publisher: Association for Computing Machinery (ACM).
- [34] Stefano Maffulli. 2023. Meta's LLaMa 2 license is not Open Source. <https://opensource.org/blog/metals-llama-2-license-is-not-open-source> Publisher: Open-Source-Initiative.
- [35] McKinsey. 2025. The state of AI: How organizations are rewiring to capture value. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/thestate-of-ai> Accessed: 2025-07-16.
- [36] Aybike Mergen, Nergiz .etin Kili., and Mustafa F. .zbilgin. 2025. Artificial Intelligence and Bias Towards Marginalised Groups: Theoretical Roots and Challenges. Emerald Publishing Limited, 17–38. doi:10.1108/s2051-233320250000012004 ISSN: 2051-2333.
- [37] Meta. 2024. Introducing Meta Llama 3: The most capable openly available LLM to date. <https://ai.meta.com/blog/meta-llama-3/> Published: Meta AI.
- [38] Meta. 2024. Meta Llama 3 License. <https://llama.meta.com/llama3/license/>
- [39] Enid Mumford. 1987. Sociotechnical Systems Design: Evolving Theory and Practice. In *Computers and Democracy: A Scandinavian Challenge*, Gro Bjerknes, Pelle Ehn, and Morten Kyng (Eds.). Avebury, 59–76.
- [40] Patrizia Nanz and Jens Steffek. 2005. Assessing the democratic quality of deliberation in international governance: Criteria and research strategies. *Acta politica* 40, 3 (2005), 368–383.
- [41] Michael Nolan. 2023. Llama and ChatGPT Are Not Open-Source. <https://spectrum.ieee.org/open-source-llm-not-open> Publisher: IEEE Spectrum.
- [42] Sebastian Oberthür, Ingmar Von Homeyer, Lea Schewe, and Brendan Moore. 2025. Public participation in EU climate governance: the underexploited potential of national energy and climate plans. *Journal of European Integration* 47, 2 (2025), 257–276. doi:10.1080/07036337.2025.2460194
- [43] Nixon Muganda Ochara and Tendani Mawela. 2015. Enabling Social Sustainability of E-Participation through Mobile Technology. *Information Technology for Development* 21, 2 (2015), 205–228. doi:10.1080/02681102.2013.833888 Publisher: Informa UK Limited.
- [44] Open Source Initiative. 2024. The Open Source Definition. <https://opensource.org/osd> Accessed: 2025-04-11.
- [45] Open Source Initiative. 2025. The Open Source AI Definition – Version 1.0. <https://opensource.org/ai/open-source-ai-definition> Accessed: 2025-02-17.
- [46] Martin Popel, Marketa Tomkova, Jakub Tomek, Łukasz Kaiser, Jakob Uszkoreit, Ondřej Bojar, and Zdeněk Žabokrtský. 2020. Transforming machine translation: a deep learning system reaches news translation quality comparable to human professionals. *Nature Communications* 11, 1 (2020). doi:10.1038/s41467-020-18073-9 Publisher: Springer Science and Business Media LLC.
- [47] Alison Powell. 2012. Democratizing production through open source knowledge: from open software to open hardware. *Media, Culture & Society* 34, 6 (2012), 691–708. doi:10.1177/0163443712449497 Publisher: SAGE Publications.
- [48] Rainer Rehak. 2021. The Language Labyrinth: Constructive Critique on the Terminology Used in the AI Discourse. In *AI for Everyone? Critical Perspectives*, Pieter Verdegem (Ed.). University of Westminster Press, 87–102. doi:10.16997/book55.f
- [49] Rainer Rehak. 2024. On the (im)possibility of sustainable artificial intelligence. *Internet Policy Review* 13, 3 (2024). doi:10.5281/ZENODO.14283596 Publisher: Alexander von Humboldt Institute for Internet and Society gGmbH.
- [50] Rainer Rehak. 2025. AI Narrative Breakdown. A Critical Assessment of Power and Promise. In *Proceedings of the 2025 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (Athens Greece, 2025-06-23). ACM, 1250–1260. doi:10.1145/3715275.3732083
- [51] Cynthia Rudin. 2019. Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence* 1, 5 (2019), 206–215. doi:10.1038/s42256-019-0048-x Publisher: Springer Science and Business Media LLC.
- [52] Stuart Russell and Peter Norvig. 2021. Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global Edition (4 ed.). Pearson. 1168 pages. E-ISBN: 978-1-292-40117-1.

- [53] Tilman Santarius and Josephin Wagner. 2023. Digitalization and sustainability: A systematic literature analysis of ICT for Sustainability research. 32, 1 (2023), 21–32. doi:10.14512/gaia.32.s1.5 Publisher: Oekom Publishers GmbH.
- [54] Nitin Sawhney. 2023. Contestations in urban mobility: rights, risks, and responsibilities for Urban AI. 38, 3 (2023), 1083–1098. doi:10.1007/s00146-022-01502-2 Publisher: Springer Science and Business Media LLC.
- [55] Paula Scharf, Benjamin Karic, Luca Hesse, and Thomas Bartoschek. 2025. Sustainability: Energy-efficient intelligent bicycle sensors to promote mobility transition. In *Uncertain Journeys into Digital Futures*. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 151–164.
- [56] Laura Schelenz, Avi Segal, Oduma Adelio, and Kobi Gal. 2024. Transparency-Check: An Instrument for the Study and Design of Transparency in AI-based Personalization Systems. *ACM Journal on Responsible Computing* 1, 1 (2024), 1–18. doi:10.1145/3636508
- [57] Sachin Sharma, Yunika Kadayat, and Ranu Tyagi. 2023. Sustainable Global Democratic e-Governance System Using Vedic Scripture, Artificial Intelligence, Cloud Computing and Augmented Reality. In *2023 International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT)* (Kollam, India, 2023-08-10). IEEE, 113–118. doi:10.1109/iccpct58313.2023.10245405
- [58] Donghee Shin. 2025. Engineering equity: designing diversity-aware AI to reflect humanity. *AI & SOCIETY* (2025). doi:10.1007/s00146-025-02314-w Publisher: Springer Science and Business Media LLC.
- [59] Renée Sieber, Ana Brandusescu, Suthee Sangiambut, and Abigail Adu-Daako. 2024. What is civic participation in artificial intelligence? *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* (2024). doi:10.1177/23998083241296200 Publisher: SAGE Publications.
- [60] Nick Srnicek. 2022. Data, Compute, Labour. In *Digital Work in the Planetary Market*, Mark Graham and Fabian Ferrari (Eds.). The MIT Press, 241–261.
- [61] Florian Steig, Pascal D. Koenig, Jens Marquardt, Angela Oels, J.r.g Radtke, Rainer Rehak, and Sabine Weiland. 2025. Sustainability powered by digitalization? (Re-)politicizing the debate. *Sustainability: Science, Practice and Policy* 21, 1 (2025). doi:10.1080/15487733.2025.2521181 Publisher: Informa UK Limited.
- [62] Harini Suresh, Emily Tseng, Meg Young, Mary Gray, Emma Pierson, and Karen Levy. 2024. Participation in the age of foundation models. In *The 2024 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (Rio de Janeiro Brazil, 2024-06-03). ACM, 1609–1621. doi:10.1145/3630106.3658992
- [63] Eric L. Trist. 1981. The Evolution of Socio-Technical Systems: A Conceptual Framework and an Action Research Program. Number no. 2 in *Issues in the Quality of Working Life: A Series of Occasional Papers*. Ontario Quality of Working Life Centre.
- [64] André Ullrich, Rainer Rehak, Andrea Hamm, and Rainer Mühlhoff. 2024. Sustainable Artificial Intelligence: Critical and Constructive Reflections on Promises and Solutions, Amplifications and Contradictions. *Weizenbaum Journal of the Digital Society* 4, 1 (Jul. 2024). doi:10.34669/wi.wjds/4.1.1
- [65] Steven Vaughan-Nichols. 2025. Why Mark Zuckerberg wants to redefine open source so badly. *Zdnet innovation*. <https://www.zdnet.com/article/why-markzuckerberg-wants-to-redefine-open-source-so-badly/> Accessed: 2025-07-16.
- [66] Ruben Vicente-Saez, Robin Gustafsson, and Clara Martinez-Fuentes. 2021. Opening up science for a sustainable world: An expansive normative structure of open science in the digital era. *Science and Public Policy* 48, 6 (2021), 799–813. doi:10.1093/scipol/scab049
- [67] Warren J. Von Eschenbach. 2021. Transparency and the Black Box Problem: Why We Do Not Trust AI. *Philosophy & Technology* 34, 4 (2021), 1607–1622. doi:10.1007/s13347-021-00477-0 Publisher: Springer Science and Business Media LLC.
- [68] Chandrasekar Vuppapapati, Anitha Ilapakurti, Sharat Kedari, Jaya Vuppapapati, Santosh Kedari, and Raja Vuppapapati. 2020. Democratization of AI, Albeit Constrained IoT Devices & Tiny ML, for Creating a Sustainable Food Future. In *2020 3rd International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT)*. 525–530. doi:10.1109/ICICT50521.2020.00089
- [69] Seth Tuler Weblar, Thomas. 1999. Voices from the Forest: What Participants Expect of a Public Participation Process. *Society & Natural Resources* 12, 5 (1999), 437–453. doi:10.1080/089419299279524
- [70] Matt White, Ibrahim Haddad, Cailean Osborne, Xiao-Yang Yanglet Liu, Ahmed Abdelmonsef, Sachin Varghese, and Arnaud Le Hors. 2024. The Model Openness Framework: Promoting Completeness and Openness for Reproducibility, Transparency, and Usability in Artificial Intelligence. doi:10.48550/ARXIV.2403.13784 Version Number: 6.
- [71] David Gray Widder, Meredith Whittaker, and Sarah Myers West. 2024. Why ‘open’ AI systems are actually closed, and why this matters. *Nature* 635, 8040 (2024), 827–833. doi:10.1038/s41586-024-08141-1
- [72] Bernd W. Wirtz, Jan C. Weyerer, and Michael R. sch. 2019. Open government and citizen participation: an empirical analysis of citizen expectancy towards open government data. *International Review of Administrative Sciences* 85, 3 (2019), 566–586. doi:10.1177/0020852317719996 Publisher: SAGE Publications.
- [73] M. T. Wright, B. Roche, H. Von Unger, M. Block, and B. Gardner. 2010. A call for an International Collaboration on Participatory Research for Health. *Health Promotion International* 25, 1 (2010), 115–122. doi:10.1093/heapro/dap043
- [74] Meg Young, Upol Ehsan, Ranjit Singh, Emnet Tafesse, Michele Gilman, Christina Harrington, and Jacob Metcalf. 2024. Participation versus scale: Tensions in the practical demands on participatory AI. *First Monday* (2024). doi:10.5210/fm.v29i4.13642 Publisher: University of Illinois Libraries.
- [75] Xinying Yu, Shi Xu, and Mark Ashton. 2023. Antecedents and outcomes of artificial intelligence adoption and application in the workplace: the socio-technical system theory perspective. *Information Technology & People* 36, 1 (2023), 454–474. doi:10.1108/ITP-04-2021-0254
- [76] Nicolas Zehner and Andr. Ullrich. 2024. Dreaming of AI: environmental sustainability and the promise of participation. *AI & SOCIETY* (2024), 1–13. doi:10.1007/s00146-024-02011-0
- [77] Mark Zuckerberg. 2024. Open Source AI is the Path Forward. <https://about.fb.com/news/2024/07/open-source-ai-is-the-path-forward/> Accessed: 2025-07-16.
- [78] Theresa Züger and Hadi Asghari. 2023. AI for the public. How public interest theory shifts the discourse on AI. *AI & SOCIETY* 38, 2 (2023), 815–828. doi:10.1007/s00146-022-01480-5 Publisher: Springer Science and Business Media LLC.

Keywords: *Artificial intelligence, participatory AI, open source, openness, small AI, social sustainability, open-washing*

ACM Reference Format: Rainer Rehak, André Ullrich, and Gergana Vladova. 2025. Contesting Openness in AI. Reflections on the transformative value and participatory potential of open source AI. In *International Conference on Information Technology for Social Good (GoodIT '25)*, September 3–5, 2025, Antwerp, Belgium. ACM, New York, NY, USA, 9 pages. <https://doi.org/10.1145/3748699.3749795>

Hände weg vom IFG! Retten Sie die Informationsfreiheit.

Sehr geehrte Mitglieder der Bundesregierung,
sehr geehrter Herr Bundesminister des Innern,
sehr geehrte Mitglieder des Innenausschusses im Bundestag,

die vom Koalitionsausschuss geplanten Änderungen des Informationsfreiheitsgesetzes (IFG) bedeuten einen massiven Rückschritt für die gesellschaftlichen Freiheitsrechte und alarmieren uns zutiefst.

In Zeiten wachsenden Misstrauens gegenüber Politik und staatlichen Institutionen will die Regierungskoalition eines der wichtigsten Transparenzinstrumente der Bundesrepublik de facto abschaffen. Das IFG ermöglicht seit 20 Jahren, dass Korruption und Machtmissbrauch konsequent aufgedeckt werden. Sollten die geplanten Anpassungen von Ihnen umgesetzt werden, so wäre das nicht nur das Aus für einen Großteil der IFG-Anträge, sondern auch ein fataler Einschnitt in die Pressefreiheit in Deutschland.

Im Koalitionsvertrag von 2025 hatten Union und SPD noch vereinbart, das IFG „mit einem Mehrwert für Bürgerinnen und Bürger und Verwaltung“ zu reformieren. Der jetzige Beschluss kehrt dieses Versprechen ins Gegenteil: Kein einziger der angekündigten Punkte verspricht einen Mehrwert für die Bevölkerung, jeder von ihnen bedeutet einen massiven Rückschritt für die Informationsfreiheit. Als breites Bündnis aus **138** zivilgesellschaftlichen Organisationen, Vereinen, Projekten, Verbänden und Medien fordern wir Sie dazu auf: **Stoppen Sie diese Pläne! Schützen Sie das IFG und die Informationsfreiheit in ihrer heutigen Form!**

Der Beschluss von Union und SPD sieht vor, künftig nur noch IFG-Anträge mit einem nachgewiesenen „berechtigten Interesse“ zuzulassen und zivilgesellschaftliche Organisationen, Pressevertreter:innen sowie Menschen ohne deutsche Staatsbürgerschaft oder Unionsbürgerschaft auszuschließen. Behörden könnten Anträge über weitere Bereichsausnahmen noch leichter ablehnen, Namen von allen Behördenmitarbeiter:innen – auch in leitenden Funktionen – sollen konsequent geschwärzt werden. Künftig wären fast alle Anträge nicht mehr zulässig und die verbleibenden könnten zu massiven Kosten für die Antrag-

stellenden führen oder wichtige Informationen vorenthalten. Das Resultat: **Das Ende der Informationsfreiheit.**

Unter dem Vorwand des „Bürokratierückbaus“, der „staatlichen Resilienz“ und des Schutzes Kritischer Infrastruktur wird das Informationsfreiheitsgesetz ausgehöhlt. Dabei gilt bereits heute: Die bestehenden Regelungen ermöglichen es Behörden, sensible Sicherheitsinformationen zu schützen. Die Argumente der Bundesregierung, eingebettet in Wachstumsmaßnahmen, wirken daher vielmehr wie ein Deckmantel, um ein für die Verwaltung und Politik unbequem gewordenes Recht loszuwerden.

Die Zahlen zeigen: Die Koalitionsparteien arbeiten hier gegen den Willen der Bürger:innen:

- Ein Großteil der Bevölkerung (83 %) wünscht sich laut einer im Auftrag des Bundes erstellten Studie mehr proaktive Transparenz und Informationsfreiheit der Behörden.
- Hunderttausende stellten sich während der Koalitionsverhandlungen 2025 in einer Petition gegen den Angriff auf das IFG und konnten diesen abwehren.

Sollten die Regierungspläne wie geplant umgesetzt werden, würde Millionen Bürger:innen sowie Journalist:innen und Organisationen das Recht auf Informationsfreiheit verwehrt. Darunter leiden werden: faktenbasierte Berichterstattung, öffentliche Kontrolle, das zivilgesellschaftliche Engagement sowie das Vertrauen in die Politik. Die Demokratie braucht ein starkes IFG!

Als breites Bündnis aus 138 zivilgesellschaftlichen Organisationen, Vereinen, Projekten, Verbänden und Medien fordern wir Sie daher auf: Stoppen Sie die Pläne zur Einschränkung des Informationsfreiheitsgesetzes und schützen Sie die Transparenz für alle!

abgeordnetenwatch • AG KRITIS • Aktionsgemeinschaft Gleisdreieck e.V. • Aktionsbündnis Nichtrauchen e.V. (ABNR) • AlgorithmWatch • Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club, Landesverband Berlin – ADfC Berlin e.V. • Allianz „Rechtssicherheit für politische Willensbildung“ • Amnesty International • anna elbe – Weitblick für Hamburg • Ärztlicher Arbeitskreis Rauchen und Gesundheit e.V. • attac Deutschland • BarrierenWatch • betterplace lab gGmbH • BLUE 21 e.V. • BUND – Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland e.V. • BUND Naturschutz in Bayern e.V. (BN) • Bundesweiter Koordinierungskreis gegen Menschenhandel – KOK e.V. • BUNDjugend Bayern • Bürger*innenInitiative A100 (BI A100) • Bürgerbewegung Finanzwende e.V. • Campact e.V. • Cannabis Verband Deutschland • Center for Democracy and Information Integrity • Centre for Law and Democracy • Changing Cities e.V. • chaos computer club e.V. • Cinematographinnen • ClientEarth gGmbH • Climate+Tech Think-tank für Klima und Resilienz • codetekt e.V. – mit Nachrichtenkompetenz gegen Desinformation! • Coordination gegen BAYER-Gefahren • D64 – Zentrum für Digitalen Fortschritt • Datenpunks Bremen • Democracy International e.V. • Der Freitag • Deutsche Gesellschaft für Informationsfreiheit e.V. • Deutsche Journalistinnen- und Journalisten-Union (dju) in ver.di • Deutsche Umwelthilfe • Deutscher Fundraising Verband e.V. • Deutscher Journalisten-Verband e.V. • Deutscher Naturschutzring (DNR) • Deutsches Netz Rauchfreier Krankenhäuser & Gesundheitseinrichtungen e.V. • die tageszeitung (taz) • Die VERBRAUCHER INITIATIVE e.V. (Bundesverband) • Digitalcourage e.V. • Digitale Gesellschaft e.V. • ECCHR (European Center for Constitutional and Human Rights) • Europäisches Zentrum für Presse und Medienfreiheit (ECPMF) • FEMNET • FIAN Deutschland e.V. • Filmzirkel Hannover • foodwatch • Forum Fairer Handel • Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e.V. (FIFF) • Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. • Forum Umwelt & Entwicklung • FragDenStaat • Frauen Aktiv Contra Tabak e.V. • Freischreiber e.V. • Fridays for Future Deutschland • futur eins e.V. • Gen-ethisches Netzwerk e.V. • German Unix User Group (GUUG) e.V. • Gesellschaft für Klima und Demokratie e.V. • Gesellschaft Katholischer Publizisten Deutschlands e.V. (GKP) • Global Policy Forum Europe • GLS Treuhand e.V. • Green Legal Impact Germany e.V. • Greenpeace e.V. • GRÜNE

LIGA e.V. • HateAid • Humanistische Union e.V. • Initiative Offene Gesellschaft e.V. • INKOTA Netzwerk e.V. • innn.it e.V. • Innovationsverbund Öffentliche Gesundheit e.V. • Institut für Therapie- und Gesundheitsforschung, IFT-Nord gGmbH • Interface Tech analysis and policy ideas for Europe e.V. • Internationale Vereinigung Intergeschlechtlicher Menschen – Organisation Intersex • International Germany e.V. • Investigativstation • Jugendpresse Deutschland e.V. • Kabul Luftbrücke • kleindatenverein • Klimadashboard.org • KURVE Wustrow e.V. • Landesnetzwerk Bürgerengagement Berlin e.V. • Landesverband Schleswig-Holstein im Bundesverband der praktizierender Tierärzte • Lausitzer Perspektiven e.V. • LOAD e.V. – Verein für liberale Netzpolitik • LobbyControl • mafia neindanke e.V. • Mehr Demokratie e.V. • NABU (Naturschutzbund Deutschland) e.V. • NACOA Deutschland Interessenvertretung für Kinder aus Suchtfamilien e.V. • nature solidarity e.V. • Netzwerk Klimajournalismus Deutschland e.V. • Netzwerk Recherche e.V. • Neue deutsche Medienmacher*innen e.V. • Nicht-raucherschutzverband Deutschland e.V. (NRSV) • Omas gegen Rechts Deutschland e.V. • Open Knowledge Foundation Deutschland e.V. • Open Parliament TV • openPetition • Open Source Business Alliance – Bundesverband für digitale Souveränität e.V. (OSBA) • Paper Trail Media • Perspective Daily • Politics for Tomorrow / nextlearning e.V. • PowerShift • PRO ASYL Bundesweite Arbeitsgemeinschaft für Flüchtlinge e.V. • Pro Rauchfrei e.V. • ProjectTogether gGmbH • QueerScope | Verband der unabhängigen queeren Filmfestivals in Deutschland e.V. • Reporter ohne Grenzen • Republikanischer Anwältinnen- und Anwälteverein (RAV e.V.) • Rettet den Regenwald e.V. • Romero Initiative e.V. • Schleswig-Holstein Summer School e.V. • Schrödinger & Katze e.V. • Sea-Eye e.V. • Sea-Watch e.V. • SÜDWIND e.V. • SUPERRR Lab gGmbH • Sustainability Reporting Navigator • teilensWert e.V. • Transparency International Deutschland e.V. • Umweltinstitut München e.V. • urgewald • Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. • Verband der Requisite & Set Decoration e.V. • Verbraucherzentrale Brandenburg e.V. • Verein für Natur und Landschaft in Brandenburg e.V. • Verfassungsblog gGmbH • Weltladen Hailer • Werkstatt Ökonomie e.V. • Whistleblower-Netzwerk e.V. • wikimedia Deutschland • Women Engage for a Common Future (WECF) Deutschland e.V. • zerforschung

Joint statement from 137 organizations and 165 individuals

... on AI in Warfare

We, the undersigned organizations and individuals, are deeply alarmed by the rapid militarization of artificial intelligence (AI) technologies. AI systems embedded into military kill chains are accelerating the speed and scale of military assaults in a manner that creates significant new risks for accountability in conflict and risks facilitating violations of international criminal, human rights, and humanitarian law.

We therefore call for tech companies and states to halt the provision of AI systems for use in the military kill chain and to take all steps to ensure that other AI systems they provide do not cause or contribute to violations of international humanitarian law (IHL) and international human rights law (IHRL). This includes the use of AI decision-support systems, including target generation systems, remote biometric surveillance, and multi-modal AI models, including large language models (LLMs). AI-accelerated warfare is rapidly becoming a means of rubber-stamping killing at speed and at scale, and currently no technical or procedural fixes can effectively prevent the lethal and devastating consequences that stem from the fundamental challenges it poses to international law.

All companies, including those contracting with government military agencies across the AI supply chain, from licensing and training ‘frontier’ models to providing data processing and storage functionalities, must take all possible steps to ensure that their products and services are not **causing, contributing to, or being directly linked to human rights abuses** and international crimes. **In armed conflict, this responsibility extends to respecting international humanitarian and criminal law**, given the **heightened risk of facilitating gross human rights abuses**, including grave violations of international law, in such contexts. Where **companies cannot meaningfully prevent or mitigate such risks**, they must not enter into or fulfill such contracts.

AI-enabled data storage and analysis systems used in the kill chain, including **Anthropic’s Claude large language model** and the **Maven Smart System**, are, according to an NBC investigation, **playing a role** in supporting US and Israeli attacks on Iran.

Open AI recently agreed to provide AI services to the US Department of Defense (DoD); **Google has contracted with the DoD**, like Anthropic, to “develop prototype frontier AI capabilities to address critical national security challenges in across warfighting and enterprise domains”; **Microsoft, Google, and Amazon** have for years provided data storage, processing, and other enterprise infrastructure services to DoD “**warfighting**” programs.

According to **media reports** and **official statements by the DoD**, the rapid generation of targets by AI tools has enabled the increase in speed, scale, intensity, and destructive force of US strikes on Iran. Within the first 48 hours of strikes, Israel and the US **reportedly struck** nearly 2,000 targets in Iran. While much remains unclear about the precise role played by AI systems in these military attacks on Iran, the strikes have had a **devastating impact** on civilians and **civilian infrastructure**.

The adoption of AI targeting systems in this campaign follows the example of the Israeli government’s **weaponization of data analysis and machine learning tools, powered by mass surveillance**, in its **genocidal attacks on Gaza**. By diluting human responsibility for life-and-death decisions, Israel’s use of **systems such as Lavender, Gospel, and Where’s Daddy** may contribute to the obfuscation of international crimes behind a veneer of perceived algorithmic objectivity while also obfuscating accountability.

Not for the first time, we are seeing Palestine used as a **laboratory** for experimental and dehumanizing methods of warfare, including through corporate tech partnerships with Israeli military agencies. **Microsoft, Google, Palantir**, and other tech companies may have contributed to or enabled the Israeli government’s access to mass data storage, processing and analysis systems that are aiding their ongoing destruction and genocide in Gaza, which has so far led to the killing of **at least 72,000** Palestinians.

Legal scholars and **practitioners, technical experts, tech workers, UN special rapporteurs**, and **investigative journalists** have long warned against the development and deployment of AI in warfare, given the heightened risk of international crimes.

Despite **claims by their proponents that AI tools are making warfare more effective, precise, or humane**, real-world deployments indicate that **AI is actually facilitating more violent, dehumanizing, and destructive methods of warfare**.

In particular, we are profoundly concerned that the use of LLMs for target generation and prioritization is pushing military actors into a form of warfare where foundational principles of international humanitarian law — including the principles of distinction, proportionality and precaution — are not, and arguably cannot be, sufficiently respected, given the sheer speed and scale of such technologies, in addition to the unreliable, biased, and **often illegally obtained input data**. And we further assert that these dynamics risk facilitating **human rights abuses, crimes against humanity, and war crimes**. Moreover, the opacity that comes with the use of these tools fundamentally threatens the possibility of attributing moral or legal responsibility in cases where errors are made. As Anthropic has stated themselves “... today, frontier AI systems **are simply not reliable enough** to power fully autonomous weapons. We will not knowingly provide a product that puts America’s warfighters and civilians at risk”. Actors who choose to deploy AI systems that are used to commit international crimes must be held criminally responsible.

Our concerns are not limited to the errors that may result from such systems malfunctioning but encompass how these systems fundamentally transform military operations. We therefore reject the premise that at present, technical or functional fixes, whether that be a purported ‘human in the loop’ or supposedly hard-coded guardrails in AI models, can prevent the lethal and devastating consequences of AI-accelerated kill chains. These propositions allow for the **normalization and proliferation** of embedding AI in military decision-making to the detriment of vulnerable communities and populations. At present, meaningful human control, genuine accountability, oversight, and transparency of these technologies are not possible in their current form.

Even where AI systems used for target acquisition do not make the final decision to kill, they risk becoming **rubber-stamping mechanisms** for killing at scale because they appeal to false notions of objectivity and may displace accountability and due diligence, which can ultimately serve to expedite and streamline mass killing. Layering such systems with even more ‘frictionless’ techniques of surveillance, target acquisition, and command operations, e.g., in the form of large AI models, such as LLMs, automates dehumanization by reducing questions of life and death to a simple chat prompt. The decision to kill another human being carries a grave moral and legal weight and must never be devolved to purely accepting or rejecting the recommendations of AI systems. When militaries rely on AI to expedite target identification with such speed and routinization that any human review risks becoming a rubber stamp without meaningful human control, mass killing can and will often ensue, in direct violation of the principle of precaution under IHL.

Companies have a responsibility to respect human rights and refrain from causing or contributing to human abuses and other violations of international law, including providing material or financial support to states engaged in international crimes. As reflected in the **UN Guiding Principles on Business and Human Rights**, companies engaged in such conduct must immediately cease their

contribution to harm. Even when a company is not causing or contributing to harm but is merely linked to it, it is expected to use its leverage to seek to bring an end to these violations.

Once they have entered military contracts, companies may have limited agency over how their products and services are used, demonstrated through **Anthropic’s standoff with the US government**, as well as reports of Google and Amazon **suspending the applicability of their terms of services** in contracts with the Israeli government. As recently as 27 April 2026, more than **560 Google employees signed an open letter** to Google’s CEO, urging the company to refuse to let the US government use its AI technology in classified military operations.

Tech companies and their executives should take seriously their potential culpability in cases where their technologies play a role in violations of international law before entering these lucrative defense contracts, and refrain from doing so where they cannot make such an assessment. Beyond that, they must also understand the role they have to play in reshaping the normative architecture of the use of AI in conflict.

We, the undersigned organizations and individuals, call for:

Tech companies to:

- Refrain from entering into or fulfilling contracts with military agencies or armed groups that commit possible violations of international law, including human rights violations and atrocity crimes;
- Refrain from selling, transferring, servicing, or exporting AI decision support systems for military kill chains and human targeting, including target generation systems and remote biometric surveillance; and
- Refrain from selling or exporting AI decision-support systems for non-lethal purposes, including multimodal AI models such as LLMs, for use in military decision-making processes, until genuine accountability, meaningful human control, oversight, and transparency is made possible in line with principles of international humanitarian law and international human rights law.

States to:

- Halt the use of AI tools, including large language models, in the conduct of military targeting, and ensure adherence to principles of international humanitarian law and international human rights law; and
- Provide transparency on how AI is currently being used in the conduct of hostilities.

Amnesty International wrote to Open AI and Anthropic relating to their human rights policies and practices in relation to generative AI use in military contexts, as it has not previously corresponded with these companies on this topic. At the time of publication of this statement only Open AI responded. Their response is available here: <https://www.amnesty.org/en/documents/amr04/1128/2026/en/>.

Editorial note: The statement has been published under: [https://www.accessnow.org/press-release/joint-statement-on-](https://www.accessnow.org/press-release/joint-statement-on-ai-in-warfare/)

[ai-in-warfare/](https://www.accessnow.org/press-release/joint-statement-on-ai-in-warfare/). There you can also find further references and the list of personal supporters.

Signatories – Organizations

Access Now, Amnesty International, 7amleh – The Arab Center for the Advancement of Social Media, ACCESA – Costa Rica, Action for Women and Children Concern (AWCC) Somalia, Action on Armed Violence, Algorights, AlgorithmWatch, Alternatif Bilisim, Amazon Worker Intifada, ApTI – Asociatia pentru Tehnologie si Internet, Article 36, Aseistakieltäytyjäliitto (AKL), Association for Progressive Communications, BDS Korea, Bits of Freedom, Campaña Colombiana Contra Mlnas (CCCM), Campaign Against Arms Trade, Campaign to Stop Killer Robots Austria, CCAOI, Center for AI and Digital Policy (CAIDP), Centre for Artificial Intelligence Ethics and Governance in Africa (CAIEGA), Centre for Research on Multinational Corporations (SOMO), Centro Latinoamericano de Investigaciones Sobre Internet, Código Sur, Conflict and Environment Observatory, Danes je Nov Dan, Datysoc, Derechos Digitales, Deutsche Friedensgesellschaft – Vereinigte KriegsdienstgegnerInnen e.V. (DFG-VK), Digital Action, Digital Futures Lab, Digital Rights And Mental Health Initiative (DRMHI), Digital Rights Foundation, Digitale Gesellschaft (CH), Digitally Right, Ekō European Center for Not-for-Profit Law, Equinox Initiative for Racial Justice, Espiral por la Vida, A.C, Ethical AI Alliance, European Digital Rights (EDRI), Facing Finance, FEPAD Burundi, Fight for the Future, ForcesWatch, Forum Computer Professionals for Peace and Societal Responsibility (FifF), Glitch, Global Centre for the Responsibility to Protect, Hackeo Cultura, Halte au contrôle numérique, Hiperderechol, Homo Digitalis, Huaira Foundation, ICAN Kurdistan Network (IKN), info.nodes, Initiative für Netzfreiheit, Institute for Policy Research and Advocacy (ELSAM), Interagency Institute, El Instituto Panamericano de Derecho y Tecnología (IPANDETEC), Iraqi Network for Social Media (INSM), JCA-NET (Japan), Korea Future Policy Institute, Kurdish Organizations Network Coalition for the International Criminal court (KONCICC), Kurdistan organizations Network to Abolish Nuclear and Mass Destruction Weapons (KONW), Kurdistan without Genocide, Lafede – justicia global, Legal Action Worldwide (LAW), Meedan, Mines Action Canada, Mnemonic, No Azure for Apartheid, No Tech for Apartheid, No Tech for Tyrants, Nonviolence International Canada, Norwegian People's Aid, Organization Against Weapons of Mass Destruction in Kurdistan, Organization of the Justice Campaignō(OJC), PalDigital, Palestinian-led BDS Movement, Pax Christi Ireland, Peace Movement Aotearoa, PEACEMOMO, People vs Big Tech, Perú por el Desarme, Platoniq foundation, Point of View, Politiscope, Privacy by Design Lab, Privacy Network, Project Ploughshares, Racism and Technology Center, RacismoMX (Accion Antirracista), Red de Seguridad Humana para Latinoamérica y el caribe SEHLAC, Red en Defensa de los Derechos Digitales (R3D), Red Feminista de IA en América Latina y el Caribe, Rete Italiana Pace Disarmo, Saferworld, SHARE Foundation, Skyline International for Human Rights, SMEX, Software Freedom Law Center India (SFLC.in), Soka Gakkai International, Somali Human Rights Association (SOHRA), Speak Up, Statewatch, Stop Killer Robots Campaign, Stop Killer Robots Aotearoa New Zealand, Stop Killer Robots Finland, Stop Killer Robots Hungary, Suomen Rauhanpuolustajat – Finnish Peace Committee, Swedish Peace and Arbitration Society, Tech for Bad, Tech Global Institute, Tech Justice Law, Tech Workers Coalition, TEDIC, Tejiendo Redes Infancia en América Latina y el Caribe, Tekniikka elämää palvelemaan (Technology for Life), The Civil Affairs Institute, The Institute for Technology in the Public Interest, Tierra Común Network, Tifa Foundation, Todas Labs, United Tech and Allied Workers (UTAW) Trade Union Branch, Usuarios Digitales, Via Lattea, Virtual Planet Africa, Weaving Liberation, WeMove Europe, Whose Knowledge?, Women for Peace, Women Against Nuclear Power, Women for Peace and Democracy Nepal, Women's International League for Peace and Freedom, World Council of Churches, Yodet

Rome Declaration

Humanity at the Threshold:

A Declaration on Artificial Intelligence and Nuclear Weapons

Adopted by the Participants of the Global Nobel Laureates Assembly, Borgo Laudato Si', Vatican – July 2026

Preamble

Humanity stands at a defining moment in its history.

More than eighty years after the dawn of the nuclear age, and at the threshold of the age of artificial intelligence, we are presented with an unprecedented challenge. Never before has scientific progress offered such extraordinary opportunities while simultaneously creating such profound risks to our common future.

When nuclear weapons were first being developed, the world had a chance to avoid living in a permanent dynamic of fear. We failed, and as a result, humanity has lived at the edge of nuclear annihilation.

With AI, a similar danger presents itself. AI built into nuclear systems leaves little time for, or even replaces, human judgement in

a crisis. This technology changes the context in which nuclear-armed states compete with each other. AI will likely cause mass job loss and sharpen economic competition between nuclear-armed states. AI uplifts cyber attacks that can fracture critical civilian and strategic infrastructure. AI enables information warfare: Peace depends on a shared reality. Without facts there can be no truth; without truth there can be no trust; and without trust, no dialogue, no verification, and no restraint among nations.

The most advanced AI capabilities, computing resources, and data infrastructures are becoming increasingly concentrated in a small number of countries and corporations, creating significant asymmetries of power and limited incentives for cooperation. AI is a technology that causes economic, military, and social disruption, and is developing at a pace unprecedented in human history.

In the midst of a worsening nuclear arms race, we are embarking on an equally dangerous AI race.

Pope Leo XIV, invoking values shared across religious traditions, has called humanity toward an „unarmed and disarming peace.“

We reject the belief that lasting security can be built on fear, domination, or the permanent threat of mutual destruction. Security cannot rest indefinitely upon the reality of mutual destruction.

Conscious of our shared responsibility toward present and future generations, we adopt the following principles:

1. Disarming the next Arms Race

We recognize that AI is an arena of strategic competition, like nuclear weapons before it. We call on governments, frontier AI developers, researchers and the international community to act now, through governance arrangements such as benefit-sharing mechanisms, the promotion of AI applications that serve human wellbeing, and restraint in its most destabilizing applications, to reduce these risks while the choice remains ours. We must disarm the next arms race, both AI and nuclear, before they define the next century as well.

2. Responsible Development

AI developers should transparently publish the principles that guide the behavior of their models and be held responsible and liable for those models' adherence to such principles. AI should be developed and monitored to be in alignment with humanity's interests, including international law and respect for human rights.

Furthermore, no organisation should initiate, and no government should permit, fully-automated recursive self-improvement in artificial intelligence systems without the means to monitor, and if needed, to halt such systems.

3. Responsible Use of AI

An automated system should never make the final decision to launch a nuclear weapon. We call for the adoption of an international treaty prohibiting the reckless integration of artificial intelligence into nuclear command, control, and launch systems so that meaningful human control is maintained.

We must prevent the malicious use of artificial intelligence in cyber operations and attacks against critical nuclear infrastructure. Nuclear states must engage in fail-safe reviews to reduce the vulnerability of their nuclear forces to unauthorized control or manipulation by AI.

We promote the responsible development and use of artificial intelligence to improve human well-being, accelerate scientific and medical progress, protect the environment, strengthen resilience, and advance peace, sustainable development, and the common good.

4. Responsible Governance

We call on governments, corporations, and international organizations to enable coordinated slowdown of frontier AI development by establishing shared mechanisms, such as verification and robust internal and external evaluations.

We support the United Nations Independent International Scientific Panel on AI, and promotion of other efforts in the spirit of Magnifica Humanitas.

We call for expanded research and dialogue to propose new institutional pathways for international governance of AI and future implementation of global governance initiatives.

5. Responsible Leadership

We recognize that the challenges we face will likely be solved by the next generation of leaders. Young people must be empowered to engage with nuclear, AI, and other potentially catastrophic threats, through education, mentorship, intergenerational partnership, and inclusive participation across all regions, cultures, and communities. We must advance education initiatives that foster ethical responsibility, critical thinking, media and AI literacy, and a culture of peace.

We acknowledge that humanity faces numerous connected threats, the unintended consequences of which often impact those who do not have access or control over such technologies. We call for a digital commons which grows data to advance understanding and action for nuclear weapons, ungoverned AI, and other existential threats.

6. Nuclear Disarmament

We call for urgent, sustained, and good-faith negotiations leading, within an agreed and time-bound framework, to the verifiable and irreversible elimination of nuclear weapons. The international community must reject the normalization of nuclear weapons as permanent instruments of security and strengthen the humanitarian and legal norms embodied in the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons and the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons.

We call on nuclear-armed states to halt renewed arms racing and the expansion of their arsenals, resume bilateral and multilateral negotiations on arms control and disarmament, and fulfill their obligations and commitments under international law. States should pursue verifiable restraints and reductions; lower alert levels; extend decision time; move away from launch-on-warning and prompt-retaliatory postures; reduce the role of nuclear weapons in security doctrines; strengthen crisis communications; prevent cyber operations against nuclear command, control, and communications; and build cooperation to prevent misunderstanding, miscalculation, and unintended escalation.

Nuclear nations must promote policies and doctrines that diminish the role of nuclear weapons, and reduce the likelihood of first use and catastrophic war.

"We appeal as human beings to human beings: remember your humanity, and forget the rest."

— Bertrand Russell and Albert Einstein

Keine Panik! Resilienz in der Polykrise

FIfFKon42 – <https://2026.fiffkon.de/>

Egal, wohin wir gerade schauen, begegnen uns Krisen. Aktuelle Kriege in der Ukraine und in West-Asien bestimmen die politische Debatte. Die Tech-Bros untergraben nicht erst seit gestern die Demokratie, aber Welthunger und die Umweltkatastrophe gibt es ja auch noch – wir befinden uns mitten in der Polykrise! Diesen Begriff prägten Edgar Morin und Anne-Brigitte Kern im Jahr 1993 in ihrem Buch *Terre-Patrie (Heimatland Erde. Versuch einer planetarischen Politik)*. Um die eskalierende Weltlage zu beschreiben, griff der New Yorker Wirtschaftshistoriker Adam Tooze den Begriff im Jahr 2022 erneut auf, denn die globale Situation hatte sich weiter verschärft.

Sind wir hoffnungslos verloren und rutschen unaufhaltsam in die Poly-Dystopie, wie gehen wir überhaupt mit der aktuellen Entwicklung um, woraus können wir noch Kraft schöpfen und was sind tatsächlich vielversprechende Lösungsansätze? 42 Jahre nach Gründung des FIfF proklamieren wir „**Keine Panik! Resilienz in der Polykrise**“.

Die Konferenz findet vom **30. Oktober bis 1. November 2026** in **Berlin-Weißensee** im **Theater im Delphi**, **Gustav-Adolf-Straße 2, 13086 Berlin** statt.

Programm FIfFKon42

Keynotes von

- **Christiane Floyd**, Mitgründerin des FIfF
Freitag: 18:20–19:00 Uhr
- **Constanze Kurz**, Beirat des FIfF
Freitag: 19:00–19:30 Uhr

Vorträge

Rainer Rehak:

Small AI – Über die Vorteile kleiner IT-Systeme
Samstag: 10:00–10:20 Uhr

Alexandra Keiner:

Digitale Zahlungsinfrastrukturen und die politische Ökonomie der Bezahlkarte für Asylsuchende in Deutschland
Samstag: 10:20–10:40 Uhr

Oliver Meurer, Tara Merk, André Ullrich:

Common Ground, Common Cloud – Community Data Center als Antwort auf Machtasymmetrien und Polykrise
Samstag: 11:00–11:45 Uhr

Dorian Wachsmann, Mareike Lisker:

Dezentraler Jugendschutz im Fediverse?
Samstag: 11:45–12:30 Uhr

Paola Lopez:

Schreiben jenseits von LLMs als Denktechnik in der Informatik
Samstag: 13:30–14:30 Uhr

Cléo Mieulet, Paul Jerchel:

Die materielle Kehrseite der Digitalisierung – und wie wir sie reparieren und vor Ort Reparaturinfrastruktur für alle und alles aufbauen
Samstag: 14:30–15:15 Uhr

Stefan Hügel, Rainer Rehak:

FIfF-Jahresrückblick 2026
Samstag: 16:30–17:15 Uhr

Ulrike Menne, Jens Hunger:

Autonomie, Autarkie, Ataraxie, Antipolitik – Anarchistische Organisation im Wandel der Zeit – Erfahrungen, Analyse, Konzepte
Samstag: 18:30–18:45 Uhr

Scherrie, Stefan Ullrich:

Back 2 the Future – Raus aus der Dystopie
Samstag: 19:30–20:15 Uhr

Nadia Zaboura:

Wege in den wehrhaften Journalismus
Sonntag: 10:00–10:45 Uhr

Sabine Griebisch / eGouvernante:

templateZV – Partizipatives Resilienzformat für zivile Verteidigung in Kommunen
Sonntag: 10:45–11:30 Uhr

Rike Hildebrandt:

Flammender Aufbruch
Sonntag: 11:30–11:45 Uhr



Verleihung Weizenbaum-Studienpreise

Samstag: 15:45–15:30 Uhr

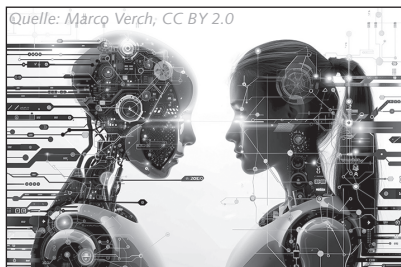
Rahmenprogramm

Cyberpeace-Slam (Freitag: 20:00–21:00 Uhr)

- Jennifer Menninger – Killerroboter stoppen.
- Marieke Petersen und Wiebke Dönnebrink – Hackt kaputt, was euch kaputt macht?
- Rainer Rehak – Schrödingers KI mit Todesfolge
- Moderation: Hans-Jörg Kreowski und Margita Zallmann

Musik: RBRT feat. Perplex (vintage synth / piano / electronic) (Freitag: 21:00–21:45 Uhr)

Live-Musik: Gabis Kleine Kneipe – Postmoderner Chanson und Gossenbossanova, mit Anklängen an die goldenen 20er, mit Texten aus dem depressiven frühen 21. Jahrhundert, wie Brecht und Ketamin. (Samstag 20:30–21:45 Uhr)



Künstliche Intelligenz und Digitale Medien in der Bildung

Bernard Robben, Margita Zallmann

Künstliche Intelligenz und Digitale Medien in der Bildung

Editorial zum Schwerpunkt

Die Digitalisierung der Gesellschaft schreitet immer schneller voran. Dies zeigt sich in der Produktion, in den Medien, in der Verwaltung, im Alltag und auch im Bildungsbereich. In den Schulen verstärkte die Covid-19-Pandemie diesen Prozess, der durch den jetzigen Hype um Künstliche Intelligenz einen neuen Schub erhalten hat. Der Schwerpunkt Künstliche Intelligenz und Digitale Medien in der Bildung soll das Thema aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchten – sowohl durch allgemein ausgerichtete als auch auf Teilaspekte konzentrierte Beiträge.

Während das Bundesministerium für Bildung, Familie, Senioren, Frauen und Jugend eine Handreichung für Künstliche Intelligenz in der Schule herausgegeben hat, wird gleichzeitig in den Medien und vielen Bereichen der Zivilgesellschaft über das Verbot der Nutzung von Sozialen Medien für jüngere Schüler:innen diskutiert. Wir nehmen das zum Anlass, tiefer über Konzepte von Digitalen Medien in der Bildung zu reflektieren. Dabei gilt es, die Veränderungen durch generative Künstliche Intelligenz zu verstehen und kritisch einzuordnen. Um diese Prozesse der Transformation zu erfassen, lohnt ein Blick zurück. Die *FfF-Kommunikation* 3/2013 enthielt den Schwerpunkt *Informatik und Bildung*, der durch einen Beitrag von Iris Bockermann, Nadine Dittert und Heidi Schelhowe eingeleitet wurde (2013:45ff)¹. Wir begreifen den Schwerpunkt der aktuellen *FfF-Kommunikation* 3/2026 als Fortsetzung des damaligen Schwerpunktes.

Dabei adressieren wir:

- die technologische Perspektive, welche die Funktionsweise der technischen Systeme analysiert, die die digitale Welt prägen. Es geht sowohl um die Erkundung der Wirkprinzipien dieser Systeme als auch um die Frage ihrer Gestaltung,
- die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive, welche die Verflechtung digitaler Netzwerke mit Individuen und Gruppen untersucht,
- die anwendungsbezogene Perspektive, welche die begründete Auswahl von Systemen und deren kompetente Nutzung im Blick hat.

Es geht um ein für den Bildungsbereich adäquates Design von Digitalen Medien, aber auch um didaktische Fragen ihres sinnvollen Einsatzes oder um Probleme der Nutzung. Wir beanspruchen nicht, das angesprochene Themenfeld erschöpfend darzustellen. Jedoch freuen wir uns, wenn die – auch vom Stil her – sehr unterschiedlichen Artikel Anregungen für weitere Reflexionen bieten. Folgende Beiträge sind in diesem Schwerpunkt zu finden:

Die Soziologin Sigrid Hartong, die zur Datafizierung und Digitalisierung im Bildungsbereich forscht, führt aus, wie sich die Bildung (und unsere Gesellschaft) bis heute verändert haben. Sie kritisiert, dass im Bildungssektor überwiegend einseitig auf technologische Lösungen gesetzt wird, wohingegen etwa die Wirkungen der Digitalisierung kaum thematisiert werden. Die Autorin verweist auf Projekte sowie Veröffentlichungen aus der kritischen Technologieforschung (Critical Edtech Studies) und stellt als eine beispielhafte Umsetzung das Projekt *Smarte Schulen* (SMASCH) vor.

Die Erziehungswissenschaftlerin und Medienpädagogin Gesine Kulcke setzt sich mit dem bisher üblichen Einsatz von generischer KI beim Schreiben lernen in der Grundschule auseinander. Sie stellt infrage, ob die postulierten Ansprüche, mit Hilfe der KI die Kreativität und Schreibfähigkeit der Kinder zu fördern, tatsächlich umgesetzt werden. Hierfür betrachtet sie die Funktionsweise der Sprachmodelle und analysiert unter Bezug auf bildungstheoretische Forschungen zum Lernen ein veröffentlichtes Unterrichtsmodell für Viertklässler:innen. Dabei interpretiert sie die Wirkungen des hier vorgesehenen KI-Einsatzes am Beispiel eines konkreten Arbeitsauftrags im Deutschunterricht.

Der Medienpädagoge Bardo Herzig geht davon aus, dass sich mit der zunehmenden Verbreitung generativer KI die Bedingungen schulischen Lernens deutlich verändert haben. Kritisch sieht er insbesondere die mögliche Auslagerung kognitiver Aktivitäten und damit verbundene Kompetenzverluste sowie unangemessene Modellergebnisse. In einer Verschränkung semiotischer, informatischer und pädagogischer Überlegungen werden diese Problemlagen näher beleuchtet und Konsequenzen diskutiert. Dabei stützt er sich insbesondere auf die Zeichentheorie von Charles Sanders Peirce und benutzt dessen Konzept des abduktiven Schließens für die Analyse des Wirkens generativer Künstlicher Intelligenz.

Der Informatiker und Medientheoretiker Bernard Robben stellt ein allgemeines Framework für das Design Digitaler Medien in der Bildung vor, das im DFG-Projekt *Interaktionsdesign für reflexive Erfahrung* (REDiB) entwickelt wurde. Dieses Framework entstand, bevor generative Künstliche Intelligenz in allen ge-

sellschaftlichen Bereichen so bestimmend im Fokus stand wie heute. Deshalb diskutiert er deren Bedeutung und reflektiert, inwieweit das Framework auch unter den neuen Entwicklungen generativer Künstlicher Intelligenz noch Bestand hat.

Stefan Pietrusky, der sich beruflich mit digitalen Lernspielen und der Gestaltung KI-gestützter Lernanwendungen beschäftigt, geht davon aus, dass generative KI digitale Lernmedien verändert. Als Beispiel wählt er ein kartenbasiertes Lernspiel TLA (THE LEARN ARENA), bei dem ein KI-gestützter *Non-Player Character* (NPC) als Gegner eingesetzt wird. Die Fehler von NPCs sind nicht mehr nur geskriptet, sondern können während der Generierung entstehen. Der Beitrag diskutiert die Folgen für Glaubhaftigkeit, Fairness und epistemisches Vertrauen.

Ergänzend zu den allgemeinen Artikeln präsentieren wir einige Schlaglichter auf die gegenwärtige Schulpraxis. Dafür haben wir bei Lehrkräften nachgefragt, welche Erfahrungen sie persönlich in der Schule mit digitalen Medien und insbesondere mit Künstlicher Intelligenz machen und welche Erwartungen und Anforderungen hieraus aus ihrer subjektiven Sicht resultieren. Berichtet haben die Lehrer:innen Henning Brandt, Katharina Güldner und Simon Engelbertz.

Michael Lund ist am FabLab der Universität Bremen tätig, das zur Arbeitsgruppe *Digitale Medien in der Bildung* (DIMEB) gehört. Er berichtet von seinen Erfahrungen des Arbeitens mit generativer Künstlicher Intelligenz im Bereich von Physical Computing und reflektiert diese anhand eines Fallbeispiels mit Austausch-Studierenden aus Bangkok, in dem diese durch Experimentieren mit generativer Künstlicher Intelligenz im FabLab ein hybrides Board Game entwickelten. Auch den hier präsentierten Beitrag produzierte Michael Lund in einem iterativen Prozess mit Künstlicher Intelligenz.

Der Philosophie- und Englisch-Lehrer Maximilian Scholz reflektiert in seinem Beitrag seine Erfahrungen bei der Nutzung generativer Künstlicher Intelligenz mit Schüler:innen. Dabei kommt er zu dem Schluss „KI wird helfen und nerven, aber am Ende ist es keine existentielle Krise des Schulsystems, sondern ein Push zur Manifestation des Menschlichen im Spiegel des Künstlichen.“



Der außerschulische Bildungsreferent Markus Gerstmann berichtet in einem sehr persönlich geführten Interview über seine Erfahrungen mit jungen Menschen in der Bildungsarbeit, thematisiert dabei Mediensucht, Cybermobbing und jugendlichen Umgang mit Künstlicher Intelligenz: „Meine Erfahrung sagt mir, dass ich mit jungen Menschen nicht mit einer vorgefertigten Meinung in die Diskussion gehen kann. Wenn ich das mache, dann ist die Kommunikation abgebrochen, also muss ich sehr wertneutral in die Diskussion mit jungen Menschen gehen, sie ermuntern, ihre Fragen zu stellen oder ihre Meinung zu sagen. Und dann kann das beginnen, was ich einen sokratischen Dialog nenne.“

Steffen Wulf vertritt aufgrund seiner Erfahrungen als Experte und Inhouse-Consultant in der Industrie die These, dass Lernen durch die Präsenz von KI nicht an Bedeutung verliere, sondern wichtiger werde. Allerdings verschiebe sich der Fokus: Weg von der reinen Wissensvermittlung, hin zur Entwicklung menschlicher Kompetenzen und zu einem reflektierten Umgang mit intelligenten Werkzeugen. Die entscheidende Frage laute deshalb nicht, ob KI in Bildung und Ausbildung eingesetzt werden solle, sondern wie Menschen lernen können, mit KI zu arbeiten, ohne das Denken an die Maschine abzugeben.

Zum Schluss stellt Bernard Robben den Philosophen Yuk Hui vor, der über die *Existenz* digitaler Objekte nachgedacht hat. Diesen ungewöhnlichen Ansatz, der den anscheinend unverträglichen Gebrauch des Begriffs der *Ontologie* in der Informatik und in der Philosophie verbindet und zudem westliches und chinesisches Denken im Begriff der Kosmoteknik miteinander verflucht, gilt ihm als fruchtbar, die Herausforderungen unserer Zeit zu verstehen.

Anmerkung

- 1 Iris Bockermann, Nadine Dittert, Heidi Schelhowe (2013): *Akademische Medienkompetenz: Ein Beispiel aus der universitären Lehre*, in: *FfF-Kommunikation* 3/2013, S. 45ff.
<https://www.fiff.de/fiff-kommunikation/2013/3/>

Bernard Robben und Margita Zallmann

Dr. **Bernard Robben** war wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Informatik Arbeitsgruppe *Digitale Medien in der Bildung* der Universität Bremen und ist dort weiterhin in der Lehre tätig. Seine wichtigsten Forschungsinteressen sind Be-greifbare Interaktion, Medientheorie und Technikphilosophie (bernardrobben.net).

Margita Zallmann ist Informatikerin und Volkswirtin. Sie ist Mitglied der Bremer Regionalgruppe, Beisitzerin im Vorstand und beteiligt sich an der *Cyberpeace-Kampagne* des FfF. Ihre weiteren politischen Interessen gelten dem Umwelt- und Klimaschutz.

Weg vom Tech-Solutionismus!

Kritische Schul- und Unterrichtsentwicklung in der Digitalität stärken

Die Verbreitung digitaler Medien im Bildungswesen ist bis heute durch einen starken Tech-Solutionismus geprägt – trotz wachsender Forderungen nach digitaler Mündigkeit bzw. Souveränität. Demgegenüber steht ein wachsendes Feld kritischer Bildungstechnologieforschung, in dem Themen wie infrastrukturelle Abhängigkeiten, politische Ökonomie und ökologische Folgen von Bildungstechnologien in den Fokus rücken und das in zunehmendem Maße auch in der Bildungspraxis wirksam wird. Beide Bewegungen sind Ausdruck eines folgenschweren Scheideweges, an dem sich das Bildungssystem aktuell befindet.

Bildungspolitik zwischen Tech-Solutionismus und dem Ruf nach digitaler Mündigkeit

Wer in die historische Forschung zu technischen Innovationen im Bildungssystem blickt, findet zahlreiche interessante Studien, die sich mit dem wiederkehrenden Abwechseln von Tech-Solutionismus (d.h. der Idee, dass Bildungsprobleme durch Technologie gelöst werden können), Ernüchterung und einer darauffolgenden Hoffnung auf noch bessere Technologie beschäftigen (z. B. Reich 2020; Flury/Geiss 2023). Bis heute lassen sich derartige Wellenbewegungen sowohl bildungspolitisch als auch in der Bildungstechnologie-Industrie nachverfolgen – von den Sprachlaboren der 1960er-Jahre über die globale Verbreitung von *Massive Open Online Courses* (MOOCs) bis hin zu adaptiven Lernplattformen.

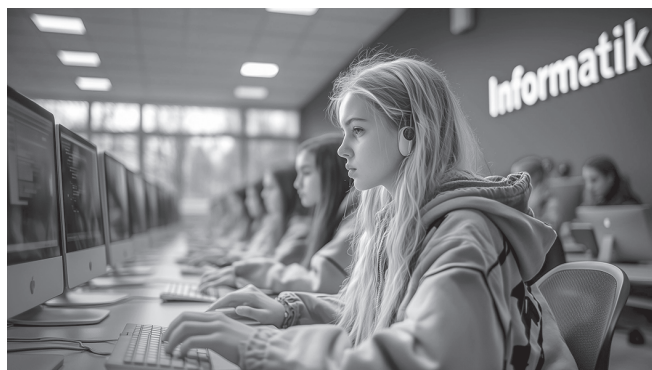
Gleichzeitig hat sich die Natur von Bildungstechnologien über die Jahrzehnte und insbesondere im letzten Jahrzehnt radikal verändert. So bieten Bildungstechnologien heutzutage immer mehr integrierte Funktionen von Kommunikation, Schulmanagement über Unterrichtsvorbereitung, Lehr-Lern-Unterstützung im Unterricht bis hin zu Prüfungserstellung, Korrektur oder Nachhilfe zu Hause. Gleichzeitig sind sie zunehmend datenintensiv, das heißt, sie erheben immer mehr und immer vielfältigere Daten, spielen diese Daten in ihre Funktionen ein und machen sie für Steuerungszwecke nutzbar (Jarke/Breiter 2019). Gleichzeitig rücken sie zunehmend näher an individuelle Schüler:innen und Lehrkräfte heran, sei es über personalisierte Profile, Echtzeit-Tutoring oder – vor allem in Ländern mit weniger Datenschutz – über die Verarbeitung biometrischer Daten wie Hirnaktivität oder Emotionsüberwachung (Rudra 2023). Mit der neuesten Welle an KI-Technologien kommt eine weitere wichtige Veränderung hinzu: Waren Bildungstechnologien in der Vergangenheit klar durch die Bildungseinrichtungen gesteuert (z. B. Schullizenzen, Smartboards im Klassenzimmer) und wurden entsprechend durch die Einrichtungen an Schüler:innen und Lehrkräfte herangetragen, so ermöglichen insbesondere generative KI-Technologien einzelnen Schüler:innen und Lehrkräften den unmittelbaren Einsatz, auch an institutionellen Regularien und Schutzmechanismen vorbei.

Der Wandel der Bildungstechnologien ist hierbei Spiegel eines gesamtgesellschaftlichen Transformationsprozesses, bei dem sich Gesellschaft zunehmend *datafiziert* hat (Houben/Priestl 2018), also immer mehr gesellschaftliche Bereiche von Datenproduktion, Technologienutzung und digitalen Infrastrukturen durchzogen sind. Der Begriff der Digitalität (Stalder 2001) hat sich diesbezüglich etabliert, um die wachsende Durchdrin-

gung sozialer Praxis mit Technologien, aber auch die damit einhergehende zunehmende Netzwerkförmigkeit, Kollektivität (Stichwort *liken*) und Fragilität (Stichwort *deep fakes*) von Wissen(sproduktion) zu beschreiben.

Jenseits der tech-solutionistischen Grundstimmung hat die Bildungspolitik zweifellos versucht, diesen Transformationsprozessen mit Positionspapieren und Maßnahmen gerecht zu werden. Zu nennen sind hier insbesondere die Strategien *Bildung in der digitalen Welt* der Kultusministerkonferenz (KMK 2026), Fördermaßnahmen wie der Digitalpakt oder Bildungsforschungsprogramme des Bundesbildungsministeriums. Die Forderungen gehen hierbei durchaus sehr weit und fordern neben radikalen Neuausrichtungen von Schule, Lernen und Prüfen ein umfassendes Vorbereiten der nächsten Generation auf die Gesellschaft der Digitalität. Hierbei fallen immer wieder Begriffe wie *mündige Nutzung* oder auch *digitale Souveränität* (z.B. KMK 2021:6; KMK 2024:1). Gleichzeitig lässt sich sehr klar erkennen, wie diese Forderungen im gewohnten tech-solutionistischen Narrativ eingebettet werden. So geht es am Ende vor allem darum, dass die Nutzung von Bildungstechnologien durch Lehrkräfte und Schüler:innen verbreitet wird, die Effizienz der Technologien erhöht wird und Datenschutzanforderungen sowie ethische Fragen insoweit geklärt werden, dass die Technologienutzung problemlos möglich ist. Auch bleiben die Narrative eng gekoppelt an den Grundansatz einer datenbasierten Bildungssteuerung, die durch neue Technologien über sämtliche Bildungsstufen hinweg weiter ausgebaut werden soll (Hartong 2026).

Was damit bis heute in der Bildungspolitik massiv unterbelichtet geblieben ist, sind Effekte bzw. Dimensionen einer durch Digitalität geprägten Gesellschaft, die gegen ein tech-solutionistisches Narrativ sprechen und die gleichzeitig für eine mündige und souveräne Gestaltung zentral sind, darunter: die verhee-



Informatikunterricht im modernen Computerraum – Digitale Bildung im Fokus, Foto: Marco Verch, cnull.de, CC BY 2.0

renden Umweltfolgen des exzessiven Tech-Kapitalismus, infrastrukturelle Abhängigkeiten, Deprofessionalisierung, digitaler Kolonialismus, die Verschärfung sozialer Ungleichheiten (Tech-Oligarchie vs. Data Workers) oder die politischen Krisen demokratischer Systeme. Und während mit der jüngsten KI-Welle gesamtgesellschaftlich (ganz) langsam ein Bewusstsein für zumindest einige dieser Dimensionen entsteht, so gibt es bislang – jenseits von staatlichen beziehungsweise Open-Source-Eigenentwicklungen von Bildungstechnologien, um US-Anbieter zu umgehen – noch kaum Bemühungen, die Reflexion und Gestaltung von Bildungstechnologien systematisch an derartigen Dimensionen auszurichten.

Critical Edtech Studies als wachsendes Forschungsfeld zu Technologiedesigns, Infrastrukturen, politischer Ökonomie und ökologischen Folgen

Diesem Problem gegenüber steht ein wachsendes Forschungsfeld der sogenannten *Critical Edtech Studies*, das genau zu derartigen Fragen über die letzten Jahrzehnte hinweg umfassendes Wissen generiert hat (siehe für eine Übersicht Macgilchrist et al. 2025; Decuyper et al. 2025). Aufbauend auf vielen früheren Arbeiten aus der Medienpädagogik, der kritischen Soziologie oder der Bildungsinformatik haben sich Forschende dieses Feldes tiefgreifend mit den hinter Bildungstechnologien liegenden politisch-ökonomischen Einflüssen, mit den Effekten exzessiver Datafizierung oder mit den Implikationen spezifischer Technologiedesigns beschäftigt. Auch die planetaren beziehungsweise Umwelteffekte von Bildungstechnologien erfahren hier immer mehr Aufmerksamkeit (Jandrić et al. 2026).

Wichtig ist in diesem Kontext, das Verständnis kritischer Forschung zu klären. So geht es weniger darum zu kritisieren, dass bestimmte Bildungstechnologien keinen (derart) positiven Effekt auf Lernergebnisse hätten oder Technologien per se abzulehnen. Stattdessen geht es dieser Art Forschung um ein gezieltes Infragestellen dominanter Ziele, Erwartungen, Weltanschauungen und Praktiken, und zwar mit spezifischem Blick auf Machtfragen, Ressourcenverteilung, (planetare) Gerechtigkeit, Strukturproduktion und gesamtgesellschaftliche Zukunftsvisionen (siehe auch Macgilchrist 2021). In diesem Kontext werden alternative Modelle und Ideen für Technologiegestaltung wie beispielsweise Degrowth-Ansätze, communityzentrierte Infrastrukturen (Selwyn 2024) oder kritisch-partizipatives Design (Brandau 2024) inklusive reflexionsstärkender „Edunudges“ (Decuyper/Hartong 2023) bewusst aufgegriffen und für den Bildungssektor weitergedacht.

Obwohl das Forschungsfeld der *Critical Edtech Studies* derart viel Auftrieb erfährt, scheitert es bislang (noch) an einem systematischeren Aufgreifen in der Bildungspolitik und auch Bildungspraxis. Die Gründe sind hierbei wenig überraschend, da diese Studien von jeder Form von Tech-Solutionismus Abstand nehmen, ein bewusstes Hinterfragen von Technologien und ihren größeren Zusammenhängen anstreben, aber auch, weil die Entwicklung alternativer Gestaltungsansätze viel Zeit in Anspruch nimmt. Dennoch entstehen immer mehr Projekte und Studien auch in Deutschland, die nicht nur mit Bildungseinrichtungen zusammenarbeiten, sondern auch mit einzelnen Insti-

tutionen der Bildungssteuerung, mit Informatiker:innen oder zivilgesellschaftlichen Akteuren. Ein Beispielprojekt wird im Folgenden kurz vorgestellt, um zu zeigen, wie hier Schul- und Unterrichtsentwicklung und die Nutzung von Bildungstechnologie (anders) gedacht wird und welche (positiven sowie herausfordernden) Effekte sich beobachten lassen.

Das Projekt Smarte Schulen (SMASCH) – ein Versuch, kritische Bildungstechnologieperspektiven mit europäischer Schul- und Unterrichtsentwicklung zu verbinden

Das internationale Projekt *Smarte Schulen* (SMASCH, www.smasch.eu) wurde zwischen 2021 und 2026 im Rahmen des Zentrums für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Universitäten der Bundeswehr, gefördert durch Mittel der Europäischen Union (NextGeneration EU), durchgeführt. Die Projektleitung oblag der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg zusammen mit der Katholischen Universität Leuven in Belgien sowie später mit der Pädagogischen Hochschule Zürich. Im Rahmen einer vierjährigen ersten Phase (2021-2024) wurden insgesamt 13 Schulen in Hamburg und Flandern von einem umfassenden Team aus Prozessbegleitungen, medienpädagogischen Fachkräften und Forschenden in ihrer digitalen Schulentwicklung begleitet. Die Exploration, Sichtbarmachung und Transformation der jeweiligen Organisationskultur vor dem Hintergrund gesamtgesellschaftlicher Perspektiven bildete hierbei ein zentrales Ziel des Projektes, in dem die kritische Reflexion und (Neu-)Gestaltung von Bildungstechnologie eingebettet war (Brandau 2024).

In den Jahren 2025-2026 wurde das Projekt verlängert, wobei es nochmals stärker die transnationale Vernetzung und Kollaboration in der Schulentwicklungsarbeit in den Blick nahm. Mit sechs Schulen aus fünf europäischen Ländern (Deutschland, Belgien, Schweiz, Polen und Dänemark) wurde erprobt, wie einzelne Themen sowie Bildungstechnologien, die im Kontext der ersten Projektphase als zentral für die digitale Schulentwicklung identifiziert und ausgearbeitet wurden, für weitere Schulen nutzbar gemacht werden können, ohne in eine vereinfachte Best-Practice-Logik zu verfallen.

In beiden Phasen des Projektes wurden gemeinsam mit den Schulen diverse Ansätze und Projekte der Technologiegestaltung entwickelt, erprobt und begleitend beforscht, die insgesamt auf ein enormes Transformationspotential hinweisen. Hierzu zählten beispielsweise¹:

- das schüler:innengeleitete Entwerfen von (aktuellen wie Zukunfts-)Welten mithilfe von VR-Technologien;
- das kritisch-partizipative Designen einer eigenen Schulapp, bei der das Erkunden des Schulgeländes mit fachspezifischem und sozialem Lernen verbunden wird;
- das Experimentieren mit Audiotechnologie (Stichwort „Stimme erheben“) für die Erkundung der Welt und Veränderung der eigenen Schule;
- die sukzessive Entwicklung einer KI-Vision in der Schulgemeinschaft, angeleitet durch ein mehrphasiges Kartenspiel;

- das Designen von „Freiräumen“ im Sinne einer Raumgestaltung in der Schulcommunity, bei der Technologie derart eingeplant wird, dass sie maximal viel Freiheit, Kreativität und Entspannung schafft;
- die Detailgestaltung eines Lernmanagementsystems mit besonderem Blick auf die Produktion von (Un-)Sichtbarkeiten;
- die Produktion eines interaktiven Lautgestenlexikons mit einer Grundschulklasse und deren datenschutzkonforme Aufarbeitung zu einem frei zugänglichen Bildungsmaterial.

Die meisten Projektschulen berichteten im Verlauf der Projektarbeit, dass das Thema Digitalität in seiner Komplexität in der eigenen Schulorganisation zunehmend sichtbar und strukturell verortet wurde, während sie sich gleichzeitig in der Relevanz kritischer Auseinandersetzung und Gestaltung von Bildungstechnologien gestärkt fühlten. Die starke Orientierung des Projektes an Werten und Visionen wurde von den meisten Schulen in diesem Kontext als zentral und fruchtbar erlebt. Gleichzeitig zeigten sich aber auch viele Herausforderungen im Projekt. Nicht mit allen Schulen funktionierte diese Art der Zusammenarbeit. Auch erlebten alle Schulen die besondere Schwierigkeit, eine intensive Technologiereflexion und -gestaltung mit dem Schulalltag sowie mit struktureller und personeller Ressourcenknappheit zu integrieren. Schließlich erlebten mehrere Schulen auch klare Widersprüche und Entscheidungskonflikte zwischen bildungspolitisch vorgegebenen Stoßrichtungen und dem, was sie reflexionsbasiert eigentlich tun wollten. Gerade die europäische Zusammenarbeit in der zweiten Projektphase half jedoch dabei zu erkennen, dass es eine wachsende internationale Zahl an Schulen und Lehrkräften gibt, die eine kritischere Form digitaler Schul- und Unterrichtsentwicklung wollen und hierfür bereits vielseitige Ideen mitbringen.

Ausblick: Das Bildungssystem am Scheideweg

Insgesamt zeigt sich also eine hochgradig ambivalente Situation im Bildungswesen: Einerseits nehmen nicht nur das theoretische Bewusstsein, sondern auch ganz praktische Erfahrungskontexte zu, die zeigen, wie eine kritische Schul- und Unterrichtsentwicklung umgesetzt werden kann, die statt Tech-Solutionismus auf gesamtgesellschaftliche, polit-ökonomische oder auch ökologische Perspektiven setzt und Bildungstechnologien entsprechend gestaltet. Andererseits stehen diesen Entwicklungen eine ten-

denziell beharrende Bildungspolitik, Strukturreproduktionen sowie massive Ressourcendefizite gegenüber, gekoppelt mit einer sich zunehmend beschleunigenden Technologieinnovation und entsprechender Wettbewerbszwänge, die zumindest auf globaler Ebene negative Dynamiken wie planetare Ausbeutung weiter befeuern. Auch für kleine Bildungstechnologieanbieter erscheint es in dieser Umgebung kaum möglich, jenseits von kurzen Entwicklungszyklen und Return of Investments neue Räume transformativer Technologien auf den Markt zu bringen.

Ein Hoffnungsschimmer scheint wiederum der aktuell global zu verzeichnende Boom sogenannter *Edtech Testbeds* zu sein, in denen genau derartige Räume einer bewussteren Bildungstechnologeevaluation beziehungsweise eines partizipativen Technologiedesigns geschaffen werden sollen und bei denen Technologieanbieter, Lehrkräfte und Forschende systematisch zusammenarbeiten.² Hier gilt es entsprechend genauer zu untersuchen, ob und wie kritische Perspektiven sowie alternative Ansätze der Bildungstechnologienutzung ihren Platz bekommen. Viel Zeit, so lässt sich leider angesichts der gesamtgesellschaftlichen und planetaren Situation festhalten, bleibt hierfür nicht.

Referenzen

- Brandau, Nina (2024): Partizipative und kritisch-reflexive Gestaltung von Lernmanagementsystemen im individuellen Schulkontext. Dissertationschrift. <https://openhsu.ub.hsu-hh.de/entities/publication/17051/full>
- Decuyper, Mathias/ Sigrid Hartong (2023): Edunudge, in: Learning, Media and Technology, 48, 1, 138-152.
- Decuyper, Mathias/ Sigrid Hartong/ Lucas Joecks/ Jeremy Knox/ Carlos Ortégón/ Rebecca Schmidt/ Ben Williamson (2025): Critical Edtech Studies. Defining the field; envisioning the future. 2025 Position statement after the inaugural edition of the European Conference on Critical Edtech Studies (ECCES). <https://doi.org/10.5281/zenodo.17672486> [abgerufen am 07.08.2026].
- Flury, Carmen/ Michael Geiss (2023): How Computers Entered the Classroom, 1960–2000: Historical Perspectives. De Gruyter.
- Hartong, Sigrid (2026): Plädoyer für eine transformative statt datafizierungsgetriebene Bildungssteuerung. <https://denk-doch-mal.de/sigrid-hartong-plaedoyer-fuer-eine-transformative-statt-datafizierungsgetriebene-bildungssteuerung/> [abgerufen am 07.08.2026].
- Houben, Daniel/ Bianca Prietl (Hrsg.) (2018): Datengesellschaft: Einsichten in die Datafizierung des Sozialen. Bielefeld: transcript Verlag.
- Jandrić, Petar/ Jeremy Knox/ Chrysi Rapanta/ Sarah Hayes/ Vasilis Kostakis/



Sigrid Hartong

Prof. Dr. **Sigrid Hartong** ist Professorin für Soziologie, insbesondere Transformation von Governance in Bildung und Gesellschaft, an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg. Der Schwerpunkt ihrer Forschung liegt auf Fragen der wachsenden Datafizierung und Digitalisierung im Bildungssektor, in dessen Kontext sie sowohl Grundlagenforschung als auch Co-Design-orientierte Projekte gemeinsam mit Schulen und Universitäten durchführt. Sie ist Gründerin der Initiative *Unblack the Box* (www.unblackthebox.org) und Leiterin des Projektes *SMASCH* (*Smarte Schulen*, www.smasch.eu).

- Sara Tolbert/ Greg William Misiasek/ Kyungmee Lee (2026): EdTech and the environment: a research program, in: Postdigital Science and Education, 1-32.
- Jarke, Juliane/ Andreas Breiter (2019): The datafication of education, in: Learning, Media and Technology, 44, 1, 1-6.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2021): Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf [abgerufen am 07.08.2026]
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2024): Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_10_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf [abgerufen am 07.08.2026]
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2026): Bildung in der digitalen Welt. <https://www.kmk.org/bildungsministerkonferenz/bildungsthemen/bildung-in-der-digitalen-welt.html> [abgerufen am 07.08.2026]
- Macgilchrist, Felicitas (2021): What is 'critical' in critical studies of edtech? Three responses, in: Learning, Media and Technology, 46, 3, 243-249.
- Macgilchrist, Felicitas / Luci Pangrazio / James Potter / Ben Williamson (2025): Future challenges for critical research on educational technologies, in: Learning, Media and Technology, 50, 4, 411-416.
- Reich, Justin (2020): Failure to Disrupt: Why Technology Alone Can't Transform Education. Cambridge: Harvard University Press.
- Rudra, Suchi (2023): How Can Biometrics Be Used in Higher Education Classrooms? <https://edtechmagazine.com/higher/article/2023/11/how-can-biometrics-be-used-higher-education-classrooms> [abgerufen am 07.08.2026]
- Selwyn, Neil (2024): Digital degrowth: Toward radically sustainable education technology, in: Learning, Media and Technology, 49, 2, 186-199.
- Stalder, Felix (2021): Was ist Digitalität? In: Was ist Digitalität? Philosophische und pädagogische Perspektiven (3-7). Berlin: Springer.

Anmerkungen

- 1 Weitere Beispiele und Projekteinblicke finden sich auf der SMASCH Labcademy (moodle.smasch.eu). Aus der zweiten Phase des Projektes entsteht aktuell ein deutschsprachiges Playbook. Für Forschungsergebnisse aus dem Projekt siehe auch die Publikationsliste auf der Projekt-homepage www.smasch.eu.
- 2 <https://gloaledtech.org>

Gesine Kulcke

KI schreibt mit oder: Die fortschreitende Disziplinierung des schreibenden Kindes

Mit der Aufforderung sogenannte KI (sKI) zu nutzen, geht das Versprechen einher, die Bearbeitung von Aufgaben zu optimieren und effizienter zu gestalten. Dieses Versprechen taucht nicht nur in beruflichen Kontexten auf, sondern begleitet auch die Idee schulisches Lehren und Lernen mit sKI zu gestalten.¹ Der folgende Text setzt sich mit der Frage auseinander, was Grundschüler:innen über das Schreiben lernen, wenn sie im Aufsatzunterricht aufgefordert werden, mit sKI-Tools zu arbeiten.

Zum ersten Mal ist mir Material für den Einsatz von ChatGPT im Aufsatzunterricht der Grundschule auf den Webseiten des Friedrich-Verlags aufgefallen. Die Autorin des Verlags schreibt dazu: „Die Lernenden konzipieren ihre eigene Geschichte und lassen sie von ChatGPT überarbeiten. Die künstliche Intelligenz hilft ihnen, durch individuelle Unterstützung ihren Schreibstil zu verbessern und Rechtschreibfehler zu korrigieren. So gelangen sie in mehreren Überarbeitungsschritten zu ihrer eigenen Fantasiegeschichte. Die interaktive Nutzung fördert die Kreativität und motiviert die Lernenden dazu, ihre Schreibfähigkeit weiterzuentwickeln“ (Köppen-Maly 2023).

Wie ChatGPT Texte generiert

Wenig erstaunt, dass das Sprachmodell die Korrektur von Rechtschreibfehlern unterstützen können soll, wohl aber die Annahme, dass mehrere Überarbeitungsschritte zu einer eigenen Fantasiegeschichte führen, so dass die Kreativität gefördert wird. So stellt Schindler zum einen heraus, dass die Textausgabe von ChatGPT auf Inhalten basiert, die „quantitativ und qualitativ umfangreich und zugleich beschränkt [sind] (ausschließlich digitale, öffentlich zugängliche Texte, vornehmlich aus dem US-amerikanischen Kontext)“ (2023:4) und zum anderen, dass die Texteingabe der Nutzer:innen in Form von Prompts, in Informationseinheiten – sogenannte Token – zerlegt wird. Token, die das System verarbeiten kann, können Satzzeichen sein, Buchstaben oder auch

Worte: „Abhängig von den Eingaben der Nutzer:innen und der bisher generierten Token wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für das nächste Token errechnet, daraus wird das Folgetoken ausgewählt [...]. Token für Token schreibt das System so eine Antwort“ (ebd.).

Obwohl hier Text zerlegt, in Zahlen übersetzt und ausgehend von Wahrscheinlichkeiten wieder zusammengefügt wird – das System also nicht den Sinn nachvollzieht, den die Nutzer:innen mit ihren Prompts versuchen zum Ausdruck zu bringen – rezipieren wir am Ende wieder Texte. Diese erscheinen passend, weil die hervorgebrachten Zeichenketten auf zahlreichen, von menschlichen Autor:innen geschriebenen Texten basieren, so dass es für ChatGPT möglich wird, „typische, wahrscheinliche Sprache [zu] reproduzieren“ (a. a. O.:5), die „lexikalisch, syntaktisch und orthographisch korrekt [ist]“ (ebd.). Die inhaltliche Qualität der Ausgabe hängt jedoch, so Schindler, „vom Zufall, der Repräsentation des Inhalts im Material der Trainingsdaten, der Größe der Trainingsdaten und der Möglichkeiten zur Generalisierbarkeit ab. In den Fällen, in denen es nur wenige Trainingsdaten gibt oder Informationen vollständig unbekannt sind, sind die Ausgaben eher schlecht bzw. falsch“ (ebd.).

Der Zufall erinnert an den *Geistesblitz* und damit an das *schreibende Genie*, mit dem, wie Bräuer kritisiert, die Idee einhergeht, Schreiben könne „in seinen technischen Erscheinungsformen vermittelt und angeeignet werden, nicht jedoch in seinem kre-

ativen Potential“ (1998:11). Was nun aber macht sKI? Ersetzt sie den Geistesblitz da, wo das schreibende Genie fehlt? Fördert sie (kreatives) Schreiben und wenn ja, in welchem Verständnis? Mit Blick auf ein in der Zeitschrift *Grundschule* veröffentlichtes Unterrichtsmodell für Viertklässler:innen soll der Frage nachgegangen werden, in welchen Bedeutungen Schreiben hier zum Thema für Schüler:innen gemacht wird. Um davon ableitend die Frage bearbeiten zu können, was sie damit lernen bzw. lernen können, sollen Annahmen über das Schreiben in der Grundschule präsentiert werden, die Ausgangspunkt meiner Interpretation des Unterrichtsmodells sind.

Schreiben in der Grundschule: zwischen Ausdruck und Anpassung

Schreiben ermöglicht, sich von dem Gegenwärtigen zu lösen und zu distanzieren, sich in unterschiedliche Perspektiven hineinzuverorten und so Möglichkeiten der Wahrnehmung und damit auch Handlungsmöglichkeiten zu erweitern (vgl. Dehn 1999:41). Das erzählende Schreiben führt zu der dafür notwendigen Distanzierung, indem es auf Erfahrungen, Erinnerungen und Vorstellungen zurückgreift, diese artikuliert und in Beziehung zueinander setzt bzw. ordnet; Vorstellungen wird Gestalt verliehen. Eine so hervorgebrachte Geschichte kann „zum Spiegel dessen werden, der schreibt, und dessen, der liest“ (a. a. O.:38).

Wie Lesen lernen verlangt Schreiben lernen zu erkennen, dass es zwei Wirklichkeiten gibt: die „des Handelns und [...] der Schrift“ (Scholz 1994:116). Text ist nicht Wirklichkeit, sondern im „Schreiben lässt sich eine Welt unabhängig von der gegebenen Wirklichkeit schaffen“ (a. a. O.:117). Lesen und Schreiben können ist damit eine Möglichkeit, sich selbst unabhängig zu machen, sich als autonom zu erleben. Zugleich bedeutet Schreiben lernen Akkulturation: Es „setzt Leser voraus und damit eine *Normierung* der Schriftzeichen. Das Lesen ist [...] an eine regelhafte Codierung des Verhältnisses von Lautung und Schreibung gebunden, die *Orthographie*. Und für die Verwendung in bestimmten Kontexten sind *Stilnormen* und *Normen für Textmuster*, nämlich Textsorten, festgelegt“ (Hervorheb. i. Orig., Dehn 1999:35). Das Schreiben von Kindern ist damit „bezogen auf den Schreiber und den Adressaten und so eingebunden in die Beziehungsstrukturen der Wirklichkeit“ (Scholz 1994:118). Schreiben können ist darüber hinaus sowohl außerschulisch als auch schulisch ein Kriterium für „Selektion und damit zur Bildung und zur Bestätigung von Hierarchien“ (Dehn 1999:35). Das von Bräuer u. a. als normierte Produktform eingeordnete Diktat (vgl. 1998:10) verweist auf die hohe Relevanz „der Überprüfung der Beherrschung der Orthographie [in der schulischen Standardsicherung]“ (Dehn 1999:35). Dies ist trotz Computer, Rechtschreibprogrammen und sKI der Fall. So erklärt der Cornelsen-Verlag auf seiner aktuellen Webseite: „Im Deutschunterricht an der Grundschule nehmen Diktate eine wichtige Stellung ein. Sie dienen der Verfestigung von Rechtschreibstrategien und dem Grundwortschatz“ (Cornelsen-Verlag o. J.).

Nach Dehn kann das Schreiben jedoch nicht auf Literarität, also den Gebrauch von Schrift reduziert werden, sondern muss im Zusammenhang mit Literalität und Literarität gefasst werden: „Literarität ist nicht an die Kenntnis und den Gebrauch

der Buchstaben gebunden; ‚Literarisierung‘ ist – auch historisch – nicht identisch mit ‚Alphabetisierung‘, sie meint den Zugang zur Darstellung von Erfahrung, von personaler und sozialer Erfahrung, der von Selbst und Welt“ (Dehn 1999:37). Schreiben in diesem Sinne führt zu narrativen Konstruktionen von Wirklichkeit und ist damit als kulturelle Tätigkeit zu verstehen (vgl. a. a. O.:38).

Kreative Schreibaufgaben

Im Schulkontext wird angenommen, dass das Literarische „vielleicht andere voraussetzt, das allenfalls durch ‚kreative Schreibaufgaben‘ bei Schülerinnen und Schülern weiterführender Schulstufen entwickelt und zum Vorschein gebracht werden kann, in ‚Nischen‘ des Unterrichts“ (Dehn 1999:40). Doch Texte von Grundschüler:innen zeigen, dass das Literarische auch für sie zum Alltag gehört. Kinder, „denen Schrift, geschriebene (und vorgelesene) Geschichten, vor der Schule nicht vertraut geworden sind, [haben] dennoch auch Erfahrungen [...] mit Strukturen des Narrativen, mit *Figurenkonstellationen* (der Kleine und der Große, die Gute und die Böse, Mann und Frau, Eltern und Kinder, Freund und Feind, Herr und Knecht, ...), *Handlungsmomenten* (Erwartung und Enttäuschung, Kampf und Versöhnung, Aufgabe und Suche, ...) und *Bedeutungsmustern* (Sieg des Guten, Bewältigen von Schuld, Verlust des Geliebten, ...)“ (a. a. O.:38).

Die Idee, dass es Kinder überfordert, ohne direkten Bezug auf etwas Vorstellungen zu entwickeln, passt selbst mit Blick auf Vorschulkinder nicht: Keinesfalls beobachten sie nur von außen, nehmen auf und ahmen nach, sondern imaginieren immer wieder in Als-Ob-Spielen (vgl. Dehn 1999:41f.). Und wie das Als-Ob-Spielen steht das Schreiben „an der theoretischen Grenze zwischen Subjektivem und objektiv Wahrgenommenen“ (Winnicott 1992:62). So verwundern auch Spuren von Intertextualität und literarischen Mustern in Texten von Schreibanfänger:innen nicht: „Bildungstheoretisch ist dieser Aspekt so bedeutsam, weil er die Konstitution des Subjekts in seiner Beziehung zum Selbst und zur Welt betrifft – in der Vergegenständlichung des Schreibens“ (Dehn 1999:80).

Vor dreißig Jahren kritisierte Dehn, dass Kinder erst dann einen Text schreiben dürfen, „wenn sie einigermaßen sicher sind im Rechtschreiben, und wenn sie die schriftsprachlichen Bauformen wie Einleitung, Hauptteil, Steigerung, Schluß [sic!], die Einführung und Führung der Leser z. B. im Bericht, in der Erzählung kennengelernt haben“ (Dehn 1996:112). Sie selbst fordert, „Grundschulkindern von Anfang an das ganze Spektrum des Schreibens als kultureller Tätigkeit zu eröffnen“ (Dehn 1999:87) und zwar aufbauend auf ihrem „Wissen von kulturellen Formen und Inhalten“ (a. a. O.:86). Mit Schreibarrangements, in denen sKI zum Einsatz kommen soll, scheinen fehlende Rechtschreibkenntnisse und schriftsprachliche Bauformen kein Problem zu sein: Schindler und Kutzner nennen ihr bei Westermann erscheinendes Unterrichtsmodell *Die KI schreibt mit: Viertklässler:innen verfassen Märchen mit Hilfe von ChatGPT* und versprechen: „ChatGPT kann Schüler:innen beim Erstellen eines eigenen Märchens in vielerlei Hinsicht unterstützen, z. B. beim Finden und Ausgestalten von Figuren. Die Hilfe durch ChatGPT kann dazu beitragen, dass das Schreiben gelingt, indem die Schreibenden

sich auf das Verfassen fantasievoller und kreativer Texte einlassen können“ (Kutzner / Schindler 2025:17). Um mich der Frage anzunähern, welches Verständnis von Schreiben Schreibaufgaben mit sKI strukturiert, das auch als ein Deutungsangebot zu verstehen ist, das Kindern bzgl. des Schreibens gemacht wird, stelle ich zunächst das Schreibarrangement vor, das Schindler und Kutzner entwickelt haben.

Die sKI schreibt mit

Die Viertklässler:innen haben die Aufgabe, ein eigenes Märchen zu schreiben: „Die Umsetzung erfolgt unter Nutzung einer textgenerierenden KI, in unserem Fall ChatGPT, die den Schüler:innen als Assistenz beim Schreiben zur Verfügung steht“ (Kutzner / Schindler 2025:17). Die Idee ist, dass die Schüler:innen nicht Texte *durch* sKI schreiben und damit die „Kontrolle über das Schreiben und den Text [...] weitgehend der Maschine [zuweisen]“ (a. a. O.:18), sondern *mit* sKI schreiben, also sich der sKI bedienen – „aus eigenem Antrieb und mit eigener Schreibmotivation“ (ebd.).²

Der konkrete Arbeitsauftrag lautet:

Schreibe mit deinem Schreibpartner / deiner Schreibpartnerin gemeinsam ein eigenes Märchen in der Notizen-App auf dem iPad. Überlegt euch vorher oder fragt ChatGPT:

- Welche Figuren kommen in eurem Märchen vor?
- Was erleben diese Figuren?
- Wo spielt euer Märchen? (A. a. O.:19)

Das so entstehende Märchen „soll am Ende der Unterrichtsstunde [...] fertig sein und abgegeben werden“ (ebd.). Erlaubt ist die Nutzung von ChatGPT für jede Schreibphase, es muss aber nicht genutzt werden. Unterstützt werden soll vor allem die Ideenfindung: „Denn hier brauchen die Schüler:innen beim kreativen Schreiben noch besondere Unterstützung“ (ebd.).

Für die Schreibaufgabe arbeiten zwei Schüler:innen zusammen. Sie brauchen dafür zwei Tablets: Auf dem einen wird ChatGPT aufgerufen, auf dem anderen ein Schreibprogramm. Die zwei Tablets „dienen dazu, dass Schüler:innen die Antworten der KI nicht einfach per copy and paste übertragen können, sondern sie für ihr eigenes Schreiben transformieren (ggf. auch abschreiben) müssen“ (ebd.). Bevor die Schüler:innen beginnen, wird der ChatBot vorbereitet; die Lehrkraft gibt ein, welche Rolle er in der Textproduktion einnehmen soll:

Du bist ein hilfreicher und freundlicher Assistent. Wenn du eine Antwort nicht weißt, sage: „Ich weiß es nicht.“ Frage nach, wenn du mehr Infos brauchst, um die Anfrage gut zu beantworten. Antworte immer in der Sprache, mit der du angesprochen wirst. Du redest mit einem Kind aus der 4. Klasse, also passe dein sprachliches Niveau entsprechend an (a. a. O.:18).

Zudem werden Prompts vorgegeben. Überschriften sind diese mit „Anweisungen (Prompts) an ChatGPT“: „1. Als **allererstes** schreibt ihr: *Ich bin ein Grundschüler / ich bin eine Grund-*

schülerin der 4. Klasse.“ (Hervorheb. i. Orig., a. a. O.:19) Unter Punkt 2 heißt es: „Wenn ihr **Ideen** für das Märchen benötigt, fragt ChatGPT etwas wie: *Ich möchte ein Märchen schreiben. Kannst du mir 3 Ideen für die Figuren / Handlung / Ort geben?*“ (Hervorheb. i. Orig., ebd.) Punkt 3 fordert schließlich auf, Wiederholungen zu vermeiden: „Wenn ihr andere **Wörter** sucht, fragt ChatGPT etwas wie: *Kannst du mir 5 andere Wörter für ... nennen?* (Wenn ihr z. B. andere Wörter für ‚sagte‘ sucht, fragt ChatGPT: *Kannst du mir 5 andere Wörter für ‚sagen‘ nennen?*“ (Hervorheb. i. Orig., ebd.)

Interpretation

Eingeordnet wird die Aufgabe von den Autor:innen als kooperatives Schreibarrangement, das darauf ausgerichtet ist, dass sich die Schüler:innen untereinander über einzelne Arbeitsschritte austauschen, arbeitsteilig vorgehen „und die Verantwortung für den Schreibprozess und Text gemeinsam übernehmen“ (Kutzner / Schindler 2025:18). Begründet wird das Vorgehen damit, dass Kooperation „als eine der Schlüsselkompetenzen [gilt] und [...] durch das kooperative Schreiben angebahnt werden [kann]“ (ebd.). Kooperation wird als Schlüsselkompetenz bezeichnet, aber nicht in ihrer Bedeutung für das Schreiben lernen benannt: „Schrifterwerb setzt voraus, daß das Kind weiß, wozu es lernt, und daß es sein Lernen-Wollen inhaltlich ausrichtet. Beides kann nicht gelehrt werden; es muss erfahren werden“ (Dehn 1996:26). Möglich ist diese Erfahrung, wenn Schüler:innen sich über und durch die Texte, die sie schreiben und vorlesen, gegenseitig etwas mitteilen. Gemeint ist ein Austausch der Kinder untereinander in Schreibkonferenzen: „Die Maxime, die das *Besprechen* der Texte leitet, ist, dass jeder Schüler sicher sein kann, dass sein Text in seiner Qualität gewürdigt wird“ (Hervorheb. i. Orig., Dehn 1999:129). Der Austausch über das, was mitgeteilt werden soll, vergegenwärtigt dem „Schreiber die Wirkung seines Textes“ (ebd.), aber auch den Sinn des Schreibens: den eigenen Ausdruck so auszugestalten, dass andere ihn verstehen. Der Notwendigkeit, sich selbst zu verstehen und auszudrücken, folgt damit die Notwendigkeit, sich anderen verständlich zu machen. Zu erkennen ist das Schreiben als ein Prozess, der immer wieder einen Umgang mit Widersprüchen verlangt, die sich in der Konfrontation des eigenen Ausdrucks, des erwarteten Ausdrucks und bestehender Textnormen ergeben. Geht es darum, sich verständlich zu machen, geht es weder darum, Sprach- und Textnormen einfach zu übergehen, noch sich ihnen zu unterwerfen: „Nicht um Imitation geht es, auch nicht um das Hervorbringen von etwas als ‚original‘ angenommenen Inneren nach außen, sondern um Korrespondenz und Transformation“ (Dehn 1999:48).

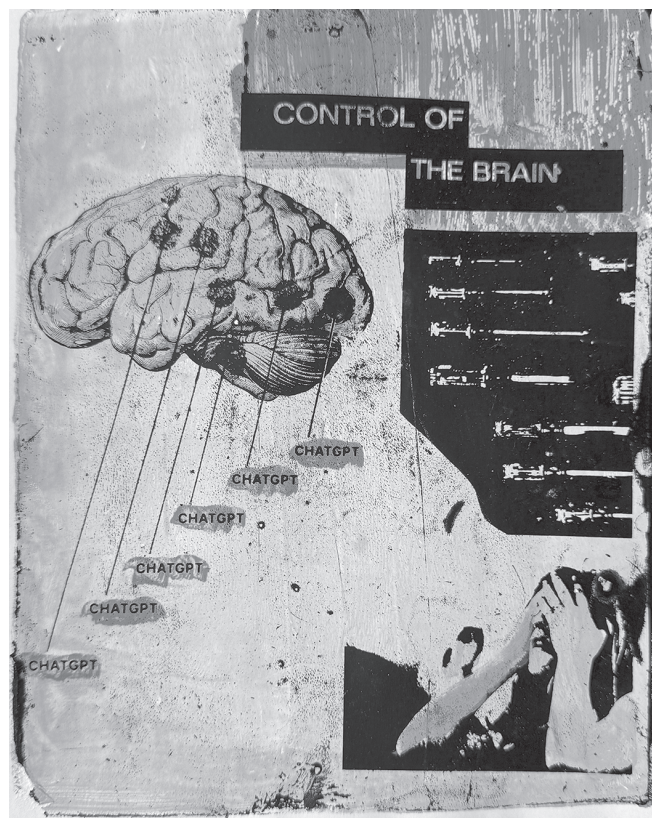
Austausch während der Textproduktion ist in dem Schreibarrangement von Kutzner und Schindler mitgedacht. Fokussiert wird aber nicht das Schreiben als Suche, Entwicklung und Ausgestaltung eines nachvollziehbaren Ausdrucks von Wahrnehmungen; das Schreibarrangement präsentiert vielmehr kleinschrittige Aufgabenstellungen und ein Procedere, dem zu folgen ist, um einen vorgegebenen Ausdruck zu erreichen. Es geht nicht um Lernen, das in Anspruch genommen wird „durch etwas, das sich nicht wie gewohnt erledigen lässt“ (Meyer-Drawe 2012:15), nicht um die „Umwandlung eines Vor-Wissens zum Anders-Wissen“ (a. a. O.:19). Das Schreibarrangement schafft keinen Raum, in

dem ein schöpferischer Akt gefragt ist; es wird kein Lernen möglich, das zu einem neuen Können führt (vgl. Rumpf 2008:23), und „sich abarbeitet an einer Schwierigkeit, einem Widerstand, einer Überraschung“ (a. a. O.:22).

Die kleinschrittigen Aufgaben werden von den Autor:innen damit begründet, dass so „die Verantwortung für den Text bei den Schreiber:innen verbleibt und sie nicht die KI nutzen, um sie das ganze Märchen schreiben zu lassen“ (Kutzner / Schindler 2025:19). Unterstellt wird eine Bequemlichkeit der Schüler:innen, die nicht zu einem Missbrauch des Sprachmodells führen darf. Das kleinteilige Procedere soll die Schreibaufgabe aber auch bewältigbar machen: „ChatGPT kann auf allen Ebenen des Schreibprozesses Aufgaben übernehmen, das Gedächtnis entlasten, Formulierungsbeispiele vorgeben oder den Text überprüfen“ (a. a. O.:21). Das erinnert an kognitive Schreibprozessmodelle, aber auch an aktuelle bildungspolitische Handreichungen³, mit denen behauptet wird, Schreiben könne eindeutig gefasst, in wiederkehrende Phasen zerlegt und entsprechend unterrichtet werden. Kuntzer und Schindler aber präsentieren ihr Schreibarrangement als vom Kind ausgehend: „Wir vermuten, dass die große Motivation beim Schreiben mit KI bei den Grundschüler:innen auch dadurch entsteht, dass sie einen sprachlich richtigen Text verfassen können“ (ebd.). Die Autorinnen wiederholen damit implizit, was Dehn vor dreißig Jahren kritisiert hat, ordnen es aber als Wunsch der Kinder und nicht als eine didaktische Vorgabe ein. Die sKI erscheint so als Lernbuddy, der ermöglicht, was die Lernenden wollen – verschleiert wird die Vermenschlichung und Inszenierung der sKI als Instanz, die weiß, was Texte sind und wie sie zu schreiben sind.

Das Schreibarrangement entpuppt sich als Problemlöseprozess im Sinne eines Computational Thinking, das dazu auffordert, zunächst nicht lösbare Probleme so zu reduzieren, neu zu kontextualisieren oder zu simulieren, dass sich ein Problem ergibt, das mit vorhandenen Mitteln gelöst werden kann (vgl. Wing 2006:33). Die sKI übergeht den notwendigen Prozess, der von der Selbsterkenntnis zur Mitteilung führt, indem sie dazu auffordert, ein fertiges Produkt nach einem vorgegebenen Bauplan nachzustellen. Vermittelt wird die Idee, es sei geklärt, wie und was zu schreiben ist – als würde der Text, der zu verfassen ist, bereits existieren und sei richtig nachzubauen (vgl. Dehn 1999:84). So wird aus einem Prozess die Orientierung an einem vorstrukturierten Produkt, das nur noch einen Feinschliff braucht: Soll ChatGPT dabei helfen, in einem Text sich wiederholende Wörter durch Synonyme zu ersetzen, wird nicht nur behauptet, Kreativität äußere sich in der Vermeidung von Wiederholung, sondern übergangen wird damit auch die Begriffs- und Sinnbildung. Unterstellt wird, Worte seien in ihrer Bedeutung kontextunabhängig und würden ohne Sinn von den Schüler:innen gewählt. Ihnen werden keine literarischen Muster zugetraut. Aber Strukturmuster, die sich sowohl in Wiederholungen zeigen als auch in Motiven, Metaphern und dem Spiel mit Erzählhaltungen sind kein „schmückendes Beiwerk in den Kindertexten, sondern sie konstituieren sie“ (Dehn 1999:57).

Literarisierung, die einen Zugang zur Darstellung von Selbst- und Welterfahrungen meint, berücksichtigt, dass Kreativität erst im Spielen möglich wird: Im Spielen ist das Kind wie auch der Erwachsene frei, „um schöpferisch zu sein“ (Winnicott 1992:66).



Bart Fish & Power Tools of AI,
Quelle: <https://betterimagesofai.org>, CC BY 4.0/

Entscheidend ist der „Augenblick, in dem das Kind in Verwunderung gerät. [...] Vorzeitige Deutungen des Materials stellen eine Belehrung dar und führen zur Anpassung“ (Hervorheb. i. Orig., a. a. O.:63), nicht aber zu einem eigenen Text. Auch von außen eingeforderte Überarbeitungen und Korrekturen können zu einer Entfremdung von eigenen Texten führen (Dehn 1999:129). Dies ist besonders dann anzunehmen, wenn ein Ausdruck verlangt wird, der (noch) nicht möglich ist, weil mit ihm keine Bedeutungen verknüpft werden (können).

Das Schreibarrangement von Kuntzer und Schindler wurde 2024 in einer Wuppertaler Grundschule getestet. Hinweise darauf, wie die Lehrkraft an der Grundschule oder auch die Schüler:innen mit sKI hervorgebrachte Inhalte eingeordnet und korrigiert haben, gibt es nicht. Ein Prompting-Beispiel aus Wuppertal offenbart aber, wie ChatGPT die Auseinandersetzung von Schüler:innen mit der Schreibaufgabe mitstrukturierte. Der folgende, von Schüler:innen eingegebene Prompt entsprach dem vorgegebenen Muster: „Ich bin ein Grundschule [sic!] aus der vierten Klasse. ich möchte ein Märchen schreiben kannst du mir dabei helfen?“ (Kuntzer / Schindler 2025:20) und führte zu folgender ChatGPT-Ausgabe:

Natürlich helfe ich dir gerne dabei, ein Märchen zu schreiben! Lass uns gemeinsam ein paar Ideen sammeln. Ein Märchen hat oft bestimmte Elemente:

1. *Helden und Heldinnen: Das sind die Hauptfiguren, die oft mutig und freundlich sind.*
2. *Bösewichte: Das sind Figuren, die den Helden oder Heldinnen Probleme bereiten.*

3. *Magische Wesen oder Gegenstände: Das können Feen, Zauberstäbe oder sprechende Tiere sein.*
4. *Eine Aufgabe oder ein Abenteuer: Der Held oder die Heldin muss oft eine schwierige Aufgabe lösen oder auf ein Abenteuer gehen.*
5. *Eine Moral oder Lektion: Am Ende des Märchens gibt es oft eine wichtige Lektion, die man lernen kann.*

Lass uns mit den Hauptfiguren beginnen. Wer soll dein Held oder deine Heldin sein? Möchtest du, dass es ein Junge oder ein Mädchen ist? Oder wie soll er oder sie heißen? (Ebd.)

Die Ausgabe fordert implizit dazu auf, sich von eigenen Vorstellungen und Ideen zu distanzieren. Empfohlen wird für Ideenentwicklungen, für die Ausgestaltung von Figurenkonstellationen, Handlungs- und Bedeutungsmustern ChatGPT zu verwenden. Die Möglichkeit, dass Schüler:innen von sich aus etwas zu erzählen haben oder für sie Bedeutsames in eine Gestalt bringen können und wollen, bekommt keinen Raum. Das Schreiben wird nicht nur „dem Denken, dem Wissen – und der Erfahrung – nachgeordnet“ (Dehn 1996:112), es hat hier nichts mehr damit zu tun. Ginge es um mehr als die Nachahmung von Satz- und Textstrukturen, müsste es möglich werden, „dass die Schreibenden ihrer eigenen Vorstellungen innewerden“ (Dehn 1999:115).

Nach Dehn ist diese Bewusstwerdung eigener Vorstellungen auf Papier zu realisieren (vgl. Dehn 1999:115). Das mag im Kontext aktueller Digitalisierungsprozesse überholt klingen, nicht aber mit Blick auf das, was sich auf dem Papier abzeichnet. Weder sind Vorstellungen noch sind Zeichen Dinge (vgl. Wittgenstein 1984:21f.) und sie können es auch nicht werden. Doch auf das Blatt gesetzte Buchstaben, Satzzeichen und Linien führen zu einer „Verstofflichung der Phantasie“ (Scholz 1994:138), sie lassen „die Gestalt der Phantasie zur Wirklichkeit werden“ (ebd.). Damit wird Kindern nicht nur möglich, die mit dem Schreiben geforderte Trennung von Leib und Vorstellung zu realisieren, sondern auch „zwischen den Realitäten [zu] unterscheiden [...], die sie schaffen“ (ebd.). Ist auch das Ausprobieren und damit der „Vorgang eines Auf-die-Spur-Kommens von Gefühlen, Gegenständen oder Zusammenhängen, die zur Artikulation drängen“ (Bräuer 1998:21) auf dem Papier erlaubt, werden sowohl die in Texten zum Ausdruck gebrachten Vorstellungen als auch die Entstehung von Texten materialisiert. Sie sind damit zugänglich für die Schreibenden selbst, aber auch für die als Leser:innen Adressierten.

Fazit

Im Schreiben lernen emanzipiert sich das Kind, es erkennt, so Scholz, Möglichkeiten der Sinnbildung „frei von der gegebenen Wirklichkeit“ (Scholz 1994:138). Das Versprechen mit sKI trotz fehlender Rechtschreibkenntnisse und schriftsprachlicher Bauformen schreiben und damit „einer Phantasie Gestalt geben“ (ebd.) zu können, verschleiert, dass Ausgangspunkt nicht Text ist, der aus dem Leben der Kinder hervorgeht, sondern Anpassung und Disziplinierung. Diese macht es unmöglich, dass Kinder fassen können, dass und wie Realitäten von ihnen selbst und anderen konstruiert werden. Um Realitäten schaffen zu können, braucht es Schreibaufgaben und Vorgaben, die als Orientierung angeboten werden und sich durch eine Komplexität auszeichnen, die es erlaubt „sich auf ganz unterschiedliche Weise dazu in Beziehung [zu] setzen“ (Dehn 1996:118).

Referenzen

- Bräuer, Gerd (1998): Schreiben und Lernen, Innsbruck: Studien-Verlag.
- Cornelsen Verlag (o.J.): Diktate für die Grundschule, [online]. cornelsen.de/grundschule/ratgeber/deutsch/diktate [abgerufen am: 11.08.2026]
- Dehn, Mechthild (1996): Zur Entwicklung der Textkompetenz im Unterricht, in: Dehn, Mechthild / Petra Hüttis-Graff / Norbert Kruse (Hrsg.): Elementare Schriftkultur. Schwierige Lernentwicklung und Unterrichtskonzept, Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 112-121.
- Dehn, Mechthild (1999): Texte und Kontexte. Schreiben als kulturelle Tätigkeit in der Grundschule, Düsseldorf und Berlin: Volk und Wissen.
- Deutscher Bildungsserver (o.J.): <https://www.bildungsserver.de/schule/kuenstliche-intelligenz-in-der-schule-12990-de.html> [abgerufen am: 11.08.2026]
- Donhauser-Buchmaier, Carolin / Michael Rödel (2025): Schreiben mit KI-Support – Eine Handreichung für den Einsatz von KI in Schülerhand, [online]. bildungspakt-bayern.de/wordpress/wp-content/uploads/2025/05/Handreichung-Deutsch.pdf [abgerufen am: 12.08.2026]
- Flower, Linda / John Hayes (1981): A cognitive process theory of writing, in: College Composition and Communication, 32, S. 365-387.
- Köppen-Maly, Siegrid (2023): Einsatz von ChatGPT im Aufsatzunterricht der Grundschule, [online]. friedrich-verlag.de/friedrich-plus/grundschule/grundschulmagazin/einsatz-von-chatgpt-im-aufsatzunterricht-der-grundschule-16293 [abgerufen am: 11.08.2026]
- Kutzner, Alyssa / Kirsten, Schindler (2025): Die KI schreibt mit. Viertklässler:innen verfassen Märchen mit Hilfe von ChatGPT, in: Grundschule, 2-2025, Braunschweig: Westermann, 17-21.
- Meyer-Drawe, Käte (2012): Diskurse des Lernens, München: Wilhelm Fink.
- Rumpf, Horst (2008): Lernen als Vollzug und Erledigung. Sich einlassen auf Befremdliches oder: Über Lernvollzüge ohne Erledigungsdruck, in:

Gesine Kulcke

Dr. **Gesine Kulcke**, Erziehungswissenschaftlerin mit dem Schwerpunkt Medienpädagogik und ausgebildete Schreibberaterin (*Schreibzentrum, Pädagogische Hochschule Freiburg*). Sie ist Akademische Mitarbeiterin in der *Abteilung Medienpädagogik* und der *Abteilung der Elementar- und Primärpädagogik* am *Institut für Erziehungswissenschaft der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg*. Sie forscht und lehrt zu Medien im Kontext von Kindheits- und Grundschulpädagogik.

- Mitgutsch, Konstantin / Elisabeth Sattler / Kirstin Westphal / Ines Maria Breinbauer (Hrsg.): Dem Lernen auf der Spur. Die pädagogische Perspektive, Stuttgart: Klett-Cotta, 21-32.
- Schindler, Kirsten (2023): ChatGPT oder Überlegungen zu den Veränderungen des Schreibens in der Schule, in: Medien im Deutschunterricht, Jg. 5 (2023), H. 2, 1-22.
- Scholz, Gerold (1994): Die Konstruktion des Kindes, Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Wing, Jeanette M. (2006): Computational Thinking, in: Communications of the ACM, Vol. 49, No. 3, 33-35.
- Winnicott, Donald W. (1992): Vom Spiel zur Kreativität, 6. Aufl., Stuttgart: Klett-Cotta.
- Wittgenstein, Ludwig (1984): Das Blaue Buch. Frankfurt: Suhrkamp.

Anmerkungen

- 1 „Künstliche Intelligenz in der Schule revolutioniert das Bildungswesen und bietet innovative Ansätze für den Unterricht. Der Einsatz von KI im Bildungsbereich ermöglicht personalisiertes Lernen und fördert die individuelle Entwicklung der Schüler. Mit intelligenten Lernsystemen und KI-gestützten Lernplattformen können Lehrkräfte ihre Methoden optimieren und die Lernmotivation steigern.“ (Deutscher Bildungsserver o. J.)

- 2 Für das Schreibarrangement, das die Autor:innen für den Deutschunterricht entwickelt haben, wird die DGSVO-konforme Anwendung von ChatGPT 4 empfohlen, die über die Plattform Fobizz angeboten wird (vgl. Kutzner / Schindler 2025:17).
- 3 Siehe vor allem Flower und Hayes (1981) und daran anknüpfend die in Zusammenarbeit mit der Ludwig-Maximilians-Universität München und der vor 26 Jahren von Edmund Stoiber gegründeten Stiftung Bildungspakt Bayern ausgearbeitete Handreichung Schreiben mit KI-Support: „Die Geschichte der Schreibdidaktik der letzten Jahrzehnte ist entscheidend von der ‚kognitiven Wende‘ und dem mit ihr etablierten Schreibprozessmodell geprägt. Gleichzeitig fehlten lange Zeit Strategien, wie Lehrende ihre Schülerinnen und Schüler zugleich ressourcenschonend wie effektiv beim Schreiben (und konkret beim Formulieren) unterstützen können“ (Donhauser-Buchmaier / Rödel 2025: 5). Und: „In den letzten beiden Jahrzehnten haben sich zudem didaktische Ansätze etabliert, die sich stärker auf die Sprachlichkeit von Texten fokussieren und damit einen direkteren Support für das Schreiben liefern. Dazu gehören ‚reading-to-write‘-Entwürfe, mit denen auch die Verwendung von Modelltexten im Unterricht rehabilitiert wurde, und eine Didaktik der Textprozeduren“ (ebd.).

Bardo Herzig

Generative KI und Lernen aus semiotischer Perspektive

Mit der zunehmenden Verbreitung generativer KI haben sich die Bedingungen schulischen Lernens deutlich verändert. Kritisch werden insbesondere die mögliche Auslagerung kognitiver Aktivitäten und damit verbundene Kompetenzverluste sowie unangemessene Modellergebnisse gesehen. In einer Verschränkung semiotischer, informatischer und pädagogischer Überlegungen werden diese Problemlagen im Folgenden näher beleuchtet und Konsequenzen diskutiert.

Lernen mit generativer KI als pädagogische Herausforderung

Die große Resonanz, die generative KI im Bildungsbereich nach dem Launch von ChatGPT erfahren hat (z. B. SWK 2023; KMK 2024), hängt neben der natürlichsprachlichen Eingabe und der domänenübergreifenden Anwendbarkeit insbesondere mit den (möglichen) Auswirkungen auf Lernprozesse zusammen. Zur Erläuterung sei folgendes Beispiel angenommen: Eine Schülerin schreibt eine Facharbeit über Einflussfaktoren auf menschliches Handeln und trifft dabei auf die Arbeiten von Lawrence Kohlberg zum moralischen Urteilen und Handeln. Dazu stellt sie in einem Prompt die Anfrage „Erläutere die Entwicklung moralischer Urteilsfähigkeit nach Lawrence Kohlberg“ an ein Sprachmodell und nutzt das Ergebnis für die weitere Bearbeitung.

Für eine solche Aufgabe im schulischen Kontext sind seit jeher (technische) Medien genutzt worden, deren Rolle sich in drei Phasen skizzieren lässt (Herzig 2025:14f.). Analoge Medien dienen als Zeichenträger zur Repräsentation und zum Transport von Zeichen, etwa beim Buchdruck. Damit wird insbesondere die Verfügbarkeit potenziellen Wissens erhöht, wenn die Zeichen rezipiert, interpretiert und für die individuelle Wissensproduktion genutzt werden. Im Fall der Facharbeit würde die Schülerin beispielsweise auf Originalliteratur von Kohlberg zurückgreifen können oder auf Sekundärliteratur, die durch die

Veröffentlichung in wissenschaftlichen Zeitschriften oder in Verlagen als epistemische Autorität gilt. Mit dem Aufkommen digitaler Medien und der Möglichkeit, Zeichen auch maschinell zu verarbeiten, werden Informationen analysiert, systematisiert, geordnet, gerankt und vernetzt. In diesem Fall könnte die Schülerin auf eine Suchmaschine zurückgreifen und sich so über die Arbeiten Kohlbergs informieren. Dazu wäre – neben Kompetenzen in der Analyse und Interpretation von Texten – insbesondere Medienkompetenz erforderlich, um die Ergebnisse einschätzen und bewerten zu können, d. h. qualitätssichernde Aufgaben z. B. in Bezug auf die Auswahl und Bewertung von Quellen gehen auf die Schülerin über.

Die Entwicklung und Verbreitung generativer KI hat die Situation noch einmal in ganz grundlegender Weise geändert. Generative KI kann eigenständig potenzielles Wissen produzieren. Mit Hilfe von Trainingsverfahren zur Repräsentation bedeutungsrelevanter Aspekte von Wörtern in hochdimensionalen Vektorräumen und der Erfassung von Zusammenhängen durch Aufmerksamkeitsmechanismen wird sprachliches potenzielles Wissen auf der Basis von Wahrscheinlichkeiten erzeugt. Das Ergebnis ist nicht nur statistisch modelliert, sondern in seinem Zustandekommen auch nicht nachvollziehbar (black box). Für die Schülerin bedeutet dies, dass sie sich mit einem Prompt einen Text zur moralischen Entwicklung nach Kohlberg erstellen lassen und diesen dann in ihre Facharbeit übernehmen könnte.

Diese und weitere Möglichkeiten generativer KI haben eine kritische pädagogische Diskussion ausgelöst, u. a. in folgender Hinsicht:

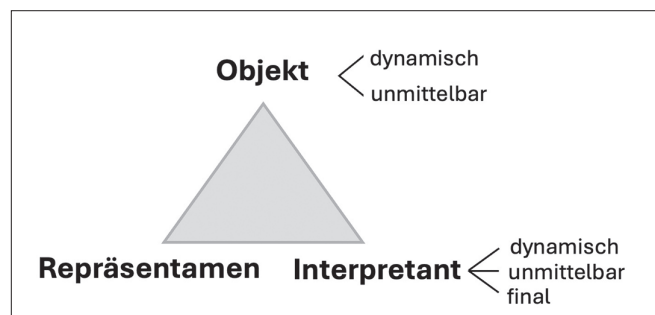
- Mit generativer KI trifft in der Schule ein Informatiksystem (LLM) auf das Wissenschaftssystem, dem Bildung folgt. Das Wissenschaftssystem rekurriert auf die Produktion von Wissen unter Einhaltung von Standards und Gütekriterien, die Aussagen intersubjektiv nachvollziehbar und auch prüfbar machen (Kornmesser / Büttemeyer 2020:53ff.). Ein Sprachmodell hingegen rekurriert auf eine stochastische Verteilung von Daten, d. h. es generiert potenzielles Wissen, das einem Plausibilitäts- bzw. Wahrscheinlichkeitskriterium folgt. Damit stehen sich zwei inkommensurable Produktionslogiken von potenziellem Wissen gegenüber, die z. B. zu der Frage führen, wie mit modellspezifischen Halluzinationen oder Bias umzugehen ist, denen Schüler:innen möglicherweise faktische Geltung zuschreiben.
- Generative KI kann zielführend für die Unterstützung von Lernprozessen und zur individuellen Kompetenzerweiterung genutzt werden, andererseits aber auch dazu, genau solche Lernprozesse zu umgehen und kognitive Aktivitäten auszulagern. Damit werden inkommensurable Lernverständnisse deutlich, die zum einen auf individuelle Lernaktivitäten zur Veränderung von Reaktionen, internen Strukturen, Verhalten und / oder Handeln gerichtet sind (Tulodziecki et al. 2017:31ff.) und zum anderen auf die Delegation von kognitiven Prozessen an ein Informatiksystem (*cognitive off-loading*; Gerlich 2025), verbunden mit Befürchtungen eines Deskillings, d. h. dem Verlust von Kompetenzen und damit einem Zuwiderlaufen schulischer Bildungsaufträge und -bemühungen.

Im Folgenden werden diese Problemlagen aus einer semiotischen Perspektive mit Bezug auf die spezifischen Eigenschaften generativer KI näher beleuchtet.

Generative KI aus semiotischer Perspektive

Die triadische Zeichenrelation von Peirce

Die Nutzung einer generativen KI in Form der Interaktion eines Menschen mit einer Maschine (bzw. deren Schnittstelle oder Interface) kann als ein Zeichenprozess aufgefasst werden. Die Zeichentheorie von Charles S. Peirce stellt ein geeignetes Instrument dar, um solche Prozesse – insbesondere auch mit Blick auf ihre technische Bedingtheit – zu beschreiben (Herzig 2012: 81ff.).



Darstellung 1: Die triadische Relation nach Peirce (CP: 2.228)

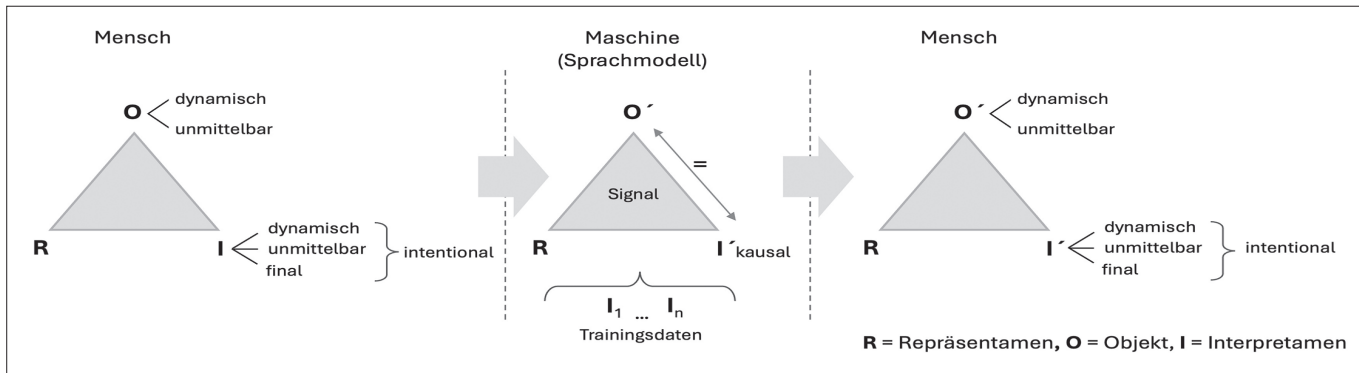
Peirce versteht ein Zeichen als *triadische Relation* zwischen einem Repräsentamen, einem Objekt und einem Interpretanten (CP: 2.228; s. Darstellung 1). Das *Repräsentamen* kennzeichnet das Zeichen an sich, die materiale Repräsentation – bspw. die Bildpunkte „Erläutere die Entwicklung moralischer Urteilsfähigkeit nach Lawrence Kohlberg“ auf einem Display. Das Repräsentamen verweist auf ein *Objekt*, für das es steht. Das dynamische Objekt existiert außerhalb des Zeichens als „the object as it really is“ (Ransdell 1977: 169, zit. n. Atkin 2016: 152) – hier die originale Theorie der Moralentwicklung von Kohlberg. Das unmittelbare Objekt ist Teil des Zeichens und bezieht sich auf das Objekt, wie es durch das Zeichen dargestellt wird und „what we at any time suppose the real object to be“ (Ransdell 1977: 169, zit. n. Atkin 2016: 153) – im obigen Beispiel etwa die Auffassung, es gehe um eine Theorie einer bestimmten Person zum Gegenstandsbereich Moralentwicklung. Der *Interpretant* gibt die Bedeutung des Zeichens wieder. Der unmittelbare *Interpretant* stellt die potenzielle Bedeutung dar, die das Zeichen aufgrund seiner semantischen Struktur besitzt – hier eine Aufforderung im Prompt, eine wissenschaftliche Aussagenkonzeption zu einem Entwicklungsbereich des Menschen darzustellen. Der dynamische Interpretant ist die tatsächliche Wirkung, die das Zeichen in einer konkreten Interpretationssituation auslöst, z. B. die Erwartung, dass es in der Theorie um Fragen von gutem oder gerechtem Handeln geht. Der finale Interpretant hängt eng mit dem dynamischen Objekt zusammen und stellt das „... true understanding of the dynamic object“ dar, das eintritt, wenn „... the immediate object and the dynamic object coincide“ (Atkin 2016: 155, 156).

Im Folgenden wird der Ansatz von Peirce auf die Mensch-Maschine-Interaktion mit generativer KI bezogen.

Die Interaktion zwischen Mensch und generativer KI als Zeichenprozess

Die Mensch-Maschine-Interaktion kann – am eingangs genannten Beispiel – als Zeichenprozess aus einer menschlichen (Schülerin) und einer maschinellen Perspektive (Sprachmodell) beschrieben werden (s. Darstellung 2).

In einem ersten Schritt dieses Zeichenprozesses gibt die Schülerin ihre Anfrage als komplexes Zeichen (Prompt) in das Interface ein; dieser Teil kann wie im obigen Beispiel mit Hilfe der triadischen Relation charakterisiert werden. Im zweiten Teil der Semiose wird die Eingabe vom Sprachmodell verarbeitet. Für diese Verarbeitung muss das Zeichen formalisiert und kontextfrei sein, d. h. „nach dem Durchgang durch die Schnittstelle „drinnen“ im Computer [ist es] nur noch Signal“, es „fallen Interpretant und Objekt zusammen“ (Nake 2001:740). Damit geht „die interpretierende Vielfalt verloren“, auf Seiten des Computers findet ein „Grenzfall einer Interpretation“ (Determination) statt, indem eine Vielfalt möglicher Zuschreibungen auf eine vorher bestimmte zusammenschrumpft (ebd.). Die Interpretation des Zeichens durch den Computer ist die Ausführung einer berechenbaren Funktion. Entsprechend unterscheidet Nake eine intentionale Seite des Interpretanten (beim Menschen) von einer kausalen Seite (beim Computer). Formal wird die Eingabe bspw. in Transformer-Modellen (wie ChatGPT) als Token mit entsprechenden IDs und als Vektoren dargestellt (Embedding). Diese Vektoren sind vortrainiert und enthalten gelernte Informationen über die Kontexte,



Darstellung 2: Mensch-Maschine-Interaktion als Zeichenprozess

in denen die Token in den Trainingsdaten des Modells vorkommen. Gemäß der Distributionellen Hypothese von Firth „You shall know a word by the company it keeps“ (1957: 11) lassen die Vektoren Rückschlüsse auf die Bedeutung eines Wortes zu. Allerdings sind diese Informationen nicht explizierbar, d. h. sie können nicht als Eigenschaften des Token ausgegeben werden. Letztlich sind es Zahlenwerte, die digital repräsentiert werden. Charakteristisch für die Verarbeitung der Eingabe im Sprachmodell ist, dass sich der kausale Interpretant in den Transformerblöcken sukzessive verändert. Ein Aufmerksamkeitsmechanismus bestimmt, welche Teile der Eingabe für ein Token besonders relevant sind und stellt Beziehungen zwischen den Token her, die dann zu einer neuen Vektorrepräsentation führen, d. h. die Position des Tokens im Vektorraum wird verändert – oder anders ausgedrückt, die „Bedeutung“ wird sukzessive spezifiziert. Der kausale Interpretant ist damit nicht konstant, er verändert sich unter Rückgriff auf Interpretanten aus den Trainingsdaten und deren statistisch wahrscheinlich(st)e Kombination. Man könnte diesen als kausalen generierten Interpretanten bezeichnen.

Im dritten Schritt der Semiose kann die Schülerin die Bildschirmangabe (Repräsentamen) in Form eines Textes zur Entwicklung moralischer Urteilsfähigkeit verstehen (unmittelbarer Interpretant) und diese als Darstellung des Ansatzes für die Facharbeit weiter nutzen (dynamischer Interpretant). Nake (2001) nennt dies den intentionalen Interpretanten, d. h. die Zuschreibung einer handlungsrelevanten Bedeutung. Die vom Sprachmodell ausgegebene Darstellung verweist allerdings auf ein unmittelbares Objekt, das den Ansatz von Kohlberg im „Verständnis“ des Sprachmodells darstellt. In dieses Verständnis gehen Objekte bzw. Interpretanten aus den Trainingsdaten ein, die nicht (mehr) referenzierbar sind. Die Schülerin bildet also einen dynamischen Interpretanten aus, der möglicherweise aufgrund der Semiose innerhalb des Sprachmodells mit dem ursprünglich adressierten Ansatz (dynamisches Objekt im ersten Schritt) mehr oder weniger große Übereinstimmungen aufweist. Genau hier wird die Problematik von Halluzinationen, Verzerrungen oder kontrafaktischen Darstellungen deutlich, weil das Sprachmodell keinen Bezug zum dynamischen Objekt hat und der Interpret im Grunde keinen finalen Interpretanten (quasi als state of the art) ausbilden kann.

Generative KI und abduktives Schlussfolgern

Neben der triadischen Relation hat Peirce als eine Form des wissenschaftlichen Argumentierens die Abduktion eingeführt. Sie

geht von einer zu erklärenden Beobachtung aus und schließt auf eine nur probeweise angenommene Regel, die den Fall erklären kann. Diese Regel müsste dann – induktiv und/oder deduktiv – weiter überprüft werden (CP 2.270). Peirce geht davon aus, dass dies der Modus ist, in dem neue Erkenntnisse gewonnen werden (CP 5.171), d. h. die hypothetische Regel ist nicht schon bekannt. Bezieht man das Abduktionsverfahren auf Sprachmodelle, so liegt es nahe, diese als permanente Hypothesengeneratoren zu bezeichnen, die die wahrscheinlichste Fortsetzung einer Eingabe – quasi als „inference to the best explanation“ (Floridi et al. 2025:3) – generieren. Mit Blick auf die Funktionsweise ist allerdings die Annahme, es werde neues Wissen generiert, problematisch, weil es sich letztlich um solche Ausgaben handelt, die auf der Basis schon bestehenden Wissens (resp. Daten) stochastisch erzeugt werden. Aus der Sicht der Nutzenden können diese Ausgaben allerdings als überraschend und neu erscheinen und das Sprachmodell kann als „an abductive generator, supporting the human reasoner“ gelten (ebd.:12). Nicht zuletzt ist es auch deshalb angemessener, von „LLMs as fundamentally stochastic, with surface-level abductive appearances“ (ebd.:20) zu sprechen, weil der abduktive Prozess im Peirce’schen Sinne vom Sprachmodell nicht abgeschlossen werden kann. Der wahrscheinlichste Sachverhalt oder die wahrscheinlichste Erklärung müsste induktiv oder deduktiv geprüft werden und genau dies kann das Sprachmodell nicht leisten, es kennt die Unterscheidung zwischen „explanation and truth“ nicht (ebd.).

Auch die Beschreibung generativer KI als quasi-abduktiver Prozess zeigt, welche Verantwortung auf die Nutzenden übergeht. Es liegt an ihnen, die Authentizität, Faktizität oder Praktikabilität einer Ausgabe zu prüfen. Ein solcher Prozess würde erst die Bildung eines finalen Interpretanten mit Bezug auf das jeweilige dynamische Objekt ermöglichen. Über einen dazu erforderlichen „epistemic compass“ (ebd.) verfügen Sprachmodelle nicht. Technisch können Schritte einer solchen Prüfung durch RAG (Retrieval Augmented Generation, d. h. die Verbindung mit externen Datenquellen, z. B. Originaldokumenten) oder durch die Kopplung mit Suchmaschinen, deren Quellen dann auch referenziert werden können, unterstützt werden.

Generative KI und Lernen – Konsequenzen

Das Lernen mit (digitalen) Medien hat sich mit dem Aufkommen generativer KI in grundlegender Weise geändert. Versteht man Lernprozesse als Wechselwirkung zwischen internen Bedin-

gungen und Voraussetzungen der Lernenden und spezifischen Eigenschaften der genutzten Medien, dann haben sich in der Entwicklung von kuratierten (analogen) Angeboten mit ihren epistemischen Autoritäten wie Verlagen oder Bibliotheken hin zu maschinell produzierten Angeboten ohne Referenzierung auf Quellen die Anforderungen an die Lernenden erheblich gesteigert. Eine semiotische Analyse des Interaktionsprozesses zeigt zunächst, wie die Funktionsweise von Sprachmodellen die Interpretantenbildung, d. h. das Verständnis des avisierten Gegenstandsbereiches, beeinflusst. Um überhaupt auf solche Problemlagen (ebenso wie Chancen) aufmerksam zu werden, ist ein grundlegendes Verständnis der Funktionsweise eines Sprachmodells erforderlich, das dafür sensibilisiert, dass die Produkte stochastisch begründete Verkettungen von Bedeutungskontexten sind, die ggf. verzerrt, kontrafaktisch oder halluziniert in Bezug auf die intendierten Informationen sein können. Das Lernen mit KI setzt hier ein Lernen über KI voraus.

Das Phänomen des *cognitive offloading* als solches ist nicht neu, digitale Medien übernehmen in vielen Fällen Aufgaben zur Entlastung menschlicher Kognition. Die Frage ist, in welchem Umfang eine solche Delegation von Aufgaben individuelle oder aufeinander bezogene soziale Lernprozesse verdrängt und damit Denk- und vor allem Urteilsvermögen einschränkt. Wenn generative KI in lernförderlicher Weise genutzt werden soll, dann kann dies – wie bei allen Lernprozessen – nur in der Wechselwirkung mit den individuellen und sozialen Voraussetzungen der Lernenden geschehen, die zugleich Prädiktorvariablen für Lernerfolg sind. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse eines Sprachmodells nur dann zu einer Ergänzung, Erweiterung, Veränderung von individuell verfügbaren Kompetenzen führen, wenn sie in bestehende Strukturen eingegliedert werden können. So kann beispielsweise domänenspezifisches Vorwissen helfen, Unstimmigkeiten, sachliche Fehler, Halluzinationen, Bias o. Ä. in KI-Ausgaben zu erkennen. Gleichzeitig sind generische Kompetenzen der kritischen Prüfung von Modellergebnissen erforderlich. Dazu zählen insbesondere metakognitive Fähigkeiten wie Plausibilitätsprüfungen, Abgleich mit Crossreferenzen oder mehrperspektivische Betrachtungen. Domänenspezifische Voraussetzungen helfen neben spezifischen Prompttechniken zudem, Anfragen an Sprachmodelle und Dialoge mit ihnen zielführend zu gestalten, um die Passung der Ergebnisse für den eigenen Lernprozess zu erhöhen.

Die Anforderungen an das Lernen mit KI sind hoch. Um im Sinne des individuellen Kompetenzerwerbs davon profitieren zu können, sind sowohl informatische und domänenspezifische als auch generische Kenntnisse und Fähigkeiten erforderlich. Zudem ist es wichtig, entscheiden zu können, in welchen Fällen

welcher Qualitätsanspruch an die Modellergebnisse zu stellen ist, wann also – im Peirce'schen Sinne – z. B. ein finaler Interpretant erforderlich ist und wann ein davon verschiedener dynamischer Interpretant zielführend oder nützlich sein kann.

Referenzen

- Atkin, Albert (2016) : Peirce. London: Routledge.
- Firth, John Rupert (1957) : 'A synopsis of linguistic theory 1930–1955', in : John Rupert Firth (Hrsg.), *Studies in Linguistic Analysis*, Oxford: Blackwell, S. 1–32.
- Floridi, Luciano / Jessica Morley / Claudio Novelli / David Watson (2025) : 'What Kind of Reasoning (if Any) Is an LLM Actually Doing? On the Stochastic Nature and Abductive Appearance of Large Language Models', arXiv:2512.10080. URL <https://doi.org/10.48550/arXiv.2512.10080> (abgerufen am 31.07.2026).
- Gerlich, Michael (2025): 'AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking', *Societies*, 15(6).
- Herzig, Bardo (2012): *Medienbildung. Grundlagen und Anwendungen*. München: kopaed.
- Herzig, Bardo (2025): 'Die (produktive) Rolle von generativer KI im erziehungswissenschaftlichen Diskurs', *Erziehungswissenschaft. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft*, 36(70), S. 13–18.
- Kornmesser, Stephan / Büttmeyer, Wilhelm (2020): *Wissenschaftstheorie. Eine Einführung*. Stuttgart: J.B. Metzler.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2024): *Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen. Themenspezifische Handlungsempfehlung (Beschluss der Bildungsministerkonferenz vom 10.10.2024)*. URL: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_10_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf (abgerufen am: 31.07.2026).
- Nake, Frieder (2001): 'Das algorithmische Zeichen', in: Kurt Bauknecht / Wilfried Brauer / Thomas Mück (Hrsg.), *Informatik 2001. Tagungsband der GI/OCG-Jahrestagung 2001*, Bd. II, S. 736–742.
- Peirce, Charles Sanders (1966): *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Charles Hartshorne / Paul Weiss (Hrsg.), Cambridge, MA: Harvard University Press. (Zitiert als: CP: Band- und Paragraphenangabe.)
- Ransdell, Joseph (1977): 'Some Leading Ideas in Peirce's Semiotic', *Semiotica*, 19, S. 157–178.
- SWK (Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz) (2023): *Large Language Models und ihre Potenziale im Bildungssystem. Impulspapier der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission (SWK) der Kultusministerkonferenz*. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.25656/01:28303> (abgerufen am: 31.07.2026).
- Tulodziecki, Gerd / Bardo Herzig / Sigrid Blömeke (2017): *Gestaltung von Unterricht*. 3. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt/UTB.



Bardo Herzig

Prof. Dr. phil. **Bardo Herzig** ist Hochschullehrer für *Allgemeine Didaktik, Schulpädagogik und Medienbildung* an der Universität Paderborn sowie Direktor der *PLAZ-Professional School of Education* der Universität Paderborn. Seine Arbeitsgebiete sind Allgemeine Didaktik, empirische Unterrichtsforschung, Lehrkräfteprofessionalisierung, Medienbildung, informatische Bildung. Er hat Physik, Informatik und Erziehungswissenschaft studiert.

Zum Konzept des Interaktionsdesigns für reflexive Erfahrung

für Heidi Schelhowe

In diesem Beitrag stelle ich ein allgemeines Framework für das Design Digitaler Medien¹ in der Bildung vor, das im DFG-Projekt Interaktionsdesign für reflexive Erfahrung (REDiB)² entwickelt wurde. Dieses Framework entstand, bevor generative Künstliche Intelligenz in allen gesellschaftlichen Bereichen bestimmend wurde. Deshalb diskutiere ich zu Anfang deren Bedeutung und reflektiere am Schluss, inwieweit das Framework auch unter den neuen Entwicklungen generativer Künstlicher Intelligenz noch Bestand hat.

Digitalisierung und Künstliche Intelligenz im Bereich Bildung

Der gesellschaftliche Prozess der Digitalisierung ist ins Schulsystem nur langsam eingedrungen. Aber mit dem Ausnahmezustand der Pandemie in der Corona-Krise änderte sich dies sprunghaft. Über den Digitalpakt Schule³ fließen erhebliche Mittel in den Schulbereich. Im offiziellen Bilanzbericht⁴ heißt es: „Mit diesem Ausstattungsprogramm haben Bund, Länder und Gemeinden eine weitreichende digitale Bildungsinfrastruktur in Deutschland geschaffen. Die Investitionen in den Netzzugang, in technische Ausstattung und Geräte haben die Schulen dabei unterstützt, digitale Bildung effektiv umzusetzen. In Fort- und Weiterbildung wurden Lehrkräfte in digitalen Kompetenzen für den Unterricht geschult. Insgesamt können wir von einem echten Modernisierungsschub für die Schulentwicklung sprechen.“

Das Eindringen von generativer Künstlicher Intelligenz, insbesondere ChatGPT verändert diesen Prozess und führt zum Teil zu großer Verunsicherung, und zwar weltweit. Einige Staaten haben sogar ein Nutzungsverbot von ChatGPT im schulischen Kontext erlassen. Die Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen der Kultusministerkonferenz von 2024⁵ empfiehlt dagegen einen konstruktiv kritischen Umgang mit KI in der Schule. Es hat sich also eine Menge getan in den letzten Jahren. Das zeigt sich etwa in der heftig umstrittenen Debatte über ein Social-Media-Verbot für Kinder und Jugendliche. Es würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, darauf hier im Einzelnen einzugehen. Auch die Diskussion um Künstliche Intelligenz in der Schule ist inzwischen derart verästel, dass ein einzelner Artikel ihr nicht gerecht werden kann.

Stattdessen möchte ich mich hier auf einen Aspekt beschränken: Fast alle Bundesländer haben inzwischen Handreichungen veröffentlicht, welche Plattformen für Künstliche Intelligenz für Schulen zur Verfügung stellen, nebst Anweisungen, wie sie eingesetzt werden sollten. Um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen, ich finde das verdienstvoll, nützlich und hilfreich. In diesem Kontext höre ich von vielen Akteuren in meinem Umfeld die Meinung, Künstliche Intelligenz sei ein weiteres Werkzeug, das es nur richtig einzusetzen gelte.⁶

Ist KI ein Werkzeug?

Bei der Frage, ob KI lediglich ein Werkzeug ist, fühle ich mich an die 90er Jahre erinnert, als diskutiert wurde, ob der Computer als Werkzeug oder als Medium zu verstehen sei (vgl. exemplarisch

Schelhowe 1998, Robben 2006). Einzelne Applikationen lassen sich sicherlich als ein Werkzeug für einen bestimmten Zweck benutzen. Aber der einsetzende Prozess der Digitalisierung durch PCs, Internet und Smartphone bedeutet viel mehr, als dass im Bildungsbereich nun ein weiteres Werkzeug zur Verfügung steht. Genauso wenig lässt sich das Eindringen von generativer KI als das Hinzukommen eines neuen Werkzeugs begreifen. Wir befinden uns in einem umfassenden Prozess der Mediatisierung, der zu einer grundlegenden Transformation auch des Bildungssystems führt. Die Gesellschaft für Informatik hat zu dieser Problematik die sogenannte Dagstuhl-Erklärung über Bildung in der digitalen vernetzten Welt herausgegeben, welche die Problematik gut analysiert.

Dagstuhl-Erklärung

„Die digitale vernetzte Welt beeinflusst mit ihren Phänomenen, Artefakten, Systemen und Situationen die Lebenswelt der Schüler:innen und direkt oder indirekt den Unterricht.“

Um den Bildungsauftrag zu erfüllen und eine nachhaltige und strukturell verankerte Bildung für die digitale vernetzte Welt zu gewährleisten, müssen in der Schule daher die Erscheinungsformen der Digitalisierung unter verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. Jede Erscheinungsform hat sowohl technologische, gesellschaftlich-kulturelle als auch anwendungsbezogene Aspekte, die sich gegenseitig beeinflussen. Daher kann nur deren gemeinsame didaktische Bearbeitung zu einer fundierten und nachhaltigen Bildung in der digitalen vernetzten Welt führen.“⁷

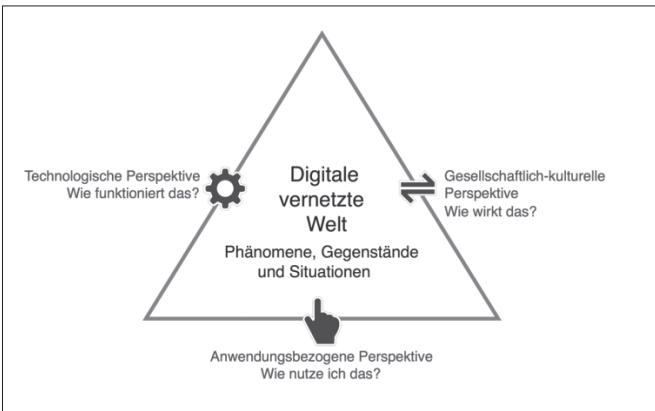


Abbildung 1: Dagstuhl-Dreieck

Diese vielperspektivische Sichtweise war Grundlage im DFG-Forschungsprojekt REDiB, das sich zum Ziel setzte, ein allgemeines Framework für das Design Digitaler Medien zu entwickeln, das ich im Folgenden vorstellen möchte.

Framework des Interaktionsdesigns für reflexive Erfahrung

REDiB – Interaktionsdesign für reflexive Erfahrung im Bildungsbereich war ein gemeinsam an den Universitäten Bremen und Paderborn durchgeführtes Forschungsprojekt. Das entwickelte Framework bezieht sich auf Einzelaspekte bereits vorher existierender Frameworks wie die Bedeutung von Begreifbarkeit für das Lernen (Antle 2007), die Beziehung von virtuellen und realen Modellen (Blikstein und Wilensky 2007) und die Prinzipien für digital erweiterte Construction Kits (Eisenberg et al. 2002, Resnick und Silverman 2005). Das REDiB-Framework versucht einen umfassenderen Ansatz zu entwickeln. Statt nur von Digitalen Medien selbst wird von Lernumgebungen ausgegangen, in denen informatische wie aber auch pädagogische und didaktische Überlegungen einbezogen sind. Statt um enge Leitfäden im Sinne von Guidelines ging es um grundlegende Prinzipien für das Interaktionsdesign.

Das Framework bezieht sich auf vier Kategorien, die jeweils auf einer grundlegenden Theorie beruhen: Erfahrung (John Dewey), Raum (Henri Lefebvre), Modell (Bernd Mahr) und Reflexion (Edith Ackermann).

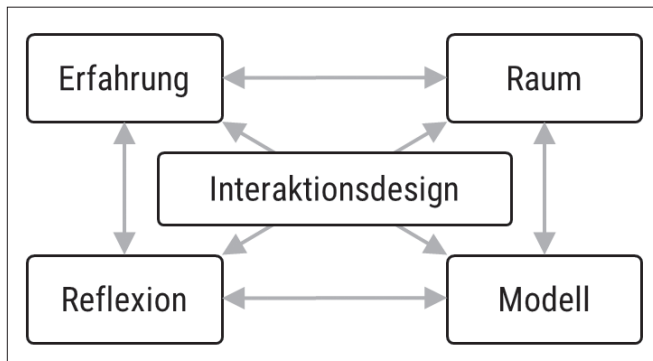


Abbildung 2: Kategorien des Frameworks

Erfahrung

Die Kategorie der Erfahrung stützt sich auf John Dewey, der in der Pädagogik die Trennung zwischen Erziehung und Erfahrung auflösen will. Dabei geht es um mehr als das Anknüpfen an den Erfahrungen der Schüler:innen aus Gründen der Motivation. Erfahrung meint bei Dewey mehr als Erlebnis, die subjektive Seite der Erfahrung. Dewey nennt Erfahrung „doppelläufig“ in dem Sinne, „daß sie in ihrer primären Ganzheit keine Trennung zwischen Akt und Material, zwischen Subjekt und Objekt kennt, sondern sie beide in ihrer unanalysierten Totalität enthält“ (Dewey 1995, S. 25), siehe Abbildung 3.

Dewey wendet sich also gegen einen Dualismus von Geist und Materie und begreift Erkennen als einen Prozess der aktiven Teilhabe an den Gegenständen der Welt. Ausgangspunkt und ursprünglicher Zugang basieren nicht auf Kognition, sondern auf

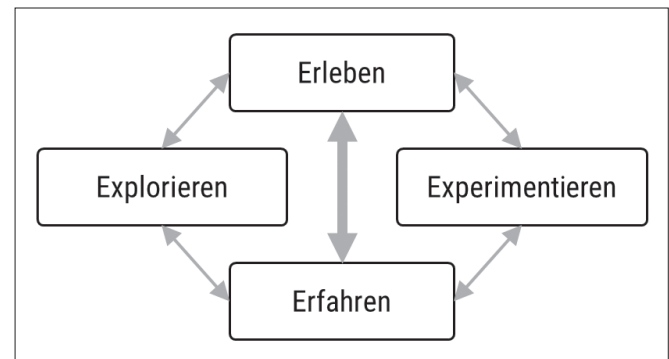


Abbildung 3: Elemente der Erfahrung

Erleben, sei es das Erleben von Gegenständen der alltäglichen Lebenswelt, sei es das Erleben von programmierten künstlichen Welten. Damit in einer Lernumgebung im Dewey'schen Sinne Erfahrungen gemacht werden können, sollten Lernende angeregt werden, eine Haltung des Forschens anzunehmen. Ausgangspunkt ist die Ermöglichung eines spielerischen Erlebens. Im ersten Zugang ist die Lernumgebung offen zu gestalten, so dass Lernende angeregt werden, sie zu erleben und zu explorieren. Erst in der Phase des immer genaueren Explorierens soll bei Lernenden der Forscher:innengeist geweckt werden, der den Lerngegenstand genauer erfasst. Für das Design der Lernumgebung gilt es, sich mit evokativen Objekten (Turkle 2007) zu beschäftigen. Hilfreich ist dabei die auf Seymour Papert zurückgehende Forschung zu „objects to think with“ (Ackermann 2001, Malinverni 2016). Außer um ein kontemplatives Explorieren geht es um eine aktive Auseinandersetzung mit Gegenständen, also darum, sie nicht nur zu betrachten, sondern auch zu verändern und umzugestalten; es geht um die Ermöglichung des Experimentierens. Experimentieren in digitalen Umgebungen kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu, weil sie die Möglichkeiten, Dinge zu verändern, zu variieren oder ganz neu zu erfinden, potenzieren. Lernen durch Erfahrung ist möglich, wenn Lernende sich in der Lernumgebung aktiv mit Gegenständen auseinandersetzen und selbstständig ihren Sinn begreifen – durch Erleben, Explorieren und Experimentieren.

Designprinzipien

Erleben: Gestalte die Lernumgebung derart, dass sie an den Vorstellungswelten der Lernenden anknüpft und ihnen vielfältige Formen des Erlebens von Zusammenhängen ermöglicht.

Explorieren: Gestalte einen Raum, der einlädt zum Explorieren und Erkunden. Unterstütze dabei einen forschenden Zugang, der zu eigenständigen Fragen und Thesen der Lernenden führt.

Experimentieren: Gestalte die Lernumgebung derart, dass sie zum Handeln und Verändern einlädt. Fördere ein Experimentieren mit stofflichen und digitalen Gegenständen, bei denen diese auseinandergenommen und neu zusammengesetzt oder sonst wie transformiert werden. Ermögliche insbesondere die Erstellung von smarten Artefakten als objects to think with.

Erfahren: Gestalte einen Raum, in dem Lernende durch Erleben, Explorieren und Experimentieren zu produktiver Erfahrung kommen.

Raum

Wie ist der Raum der Lernumgebung zu verstehen, in dem derartige Erfahrungsprozesse zu organisieren sind? Die Raumkategorie meint mehr als die vier Wände des physischen Lernraums. Sie umfasst die Lebenswelt der Lernenden, die heute von digitaler Technologie geprägt ist, von hybriden Räumen, in denen stoffliche und virtuelle Welten, physikalische und digitale Wirklichkeiten unauflöslich miteinander verflochten sind. Notwendig ist ein Raumbegriff, der die verschiedenartigen Ebenen hybrider Räume erklärt und ihre prozessierende Dynamik erfasst. In der digital vernetzten Welt lässt sich ein Ort durch seine Koordinaten, durch Karten, durch fotorealistische 3D-Abbildungen (virtuelle Welten), als Informationsknotenpunkt im Internet und viele weitere Perspektiven beschreiben. Im Hinblick auf interaktive Lernumgebungen geht es zunächst um ein Verständnis der hybriden Räume der Medien selbst, wie Mixed Reality, Virtual Reality und Augmented Reality, Geoinformationssystem, CAD-Software etc. Wenn derartige hybride Räume für Lernende Räume der Erfahrung werden sollen, darf der den Anwendungen zugrundeliegende Code Space nicht völlig verdeckt sein, wie das in anderen Bereichen im Dienste der Usability oft gefordert ist. Lernumgebungen sind demgegenüber so zu gestalten, dass die Lernenden auf jeweils ihren individuellen Voraussetzungen entsprechende Weise Zugang zum Code erhalten, damit sie erfahrend und aktiv gestaltend mit und in hybriden Räumen agieren können. Der im Projekt benutzte Raumbegriff soll Designer:innen in die Lage versetzen, einen Ort nicht allein durch seine Koordinaten in einem dreidimensionalen geometrischen Raum zu beschreiben, sondern ihn in einem historischen und lebensweltlichen Kontext zu situieren. Gleichzeitig soll er die Übergänge zwischen der stofflichen und der semiotischen Ebene verständlich machen. Einen derartigen Raumbegriff haben wir in der allgemeinen Raumtheorie von Henri Lefebvre gefunden (Lefebvre 1990). Seine grundlegende Überlegung ist, dass Raum nicht etwas statisch Vorgefundenes ist, sondern in der gesellschaftlichen Praxis produziert wird und einem beständigen Wandel unterworfen ist. Die gesellschaftliche Produktion von Raum stellt sich Lefebvre als dialektisches Zusammenwirken dreier Faktoren vor: erstens die räumliche Praxis im wahrgenommenen Raum, zweitens die Repräsentation des Raums im konzipierten Raum der Wissenschaftler, Raumplaner, Technokraten und Künstler und drittens die Räume der Repräsentation des durch Bilder und Symbole vermittelten gelebten Raums.

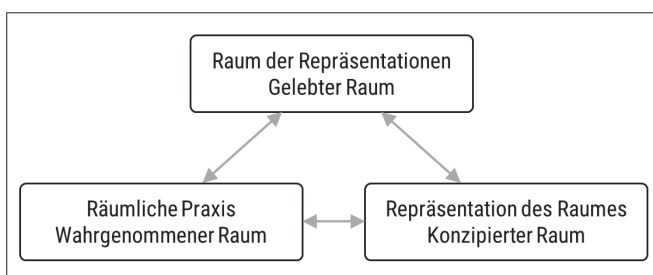


Abbildung 4: Raumkategorien nach Lefebvre

Folgt man diesen Überlegungen, so gilt es, den Raum in seinen unterschiedlichen Dimensionen erlebbar und erfahrbar zu machen. Eine besondere Bedeutung bekommt hier der Zugang zum digitalen Programmcode als Code-Space und Möglichkeits-

raum programmierter Welten (Kitchin 2009). Dieses Potenzial des Code-Spaces soll in der Lernumgebung so gestaltet sein, dass der Code für Lernende erstens transparent wird – in Prozessen des Explorierens – und zweitens verfügbar in Prozessen des Experimentierens.

Für Interaktionsdesigner:innen von Lernumgebungen liegt die größte Herausforderung darin, dass sie einen Raum gestalten, der durch die Digitalisierung ständiger Veränderung unterliegt. Deshalb halten wir die Auseinandersetzung mit einem Raumbegriff für hilfreich, der konzeptionell einen solchen Wandel als die Produktion des Raums selbst versteht. Interaktionsdesigner:innen in der vernetzten digitalen Welt bilden ständig neue kreative Übersetzungen zwischen Raumproduktionen. Zum Beispiel Computer-Simulationen, CAD Programme, 3D-Drucker und smart objects bieten dafür reichhaltige Möglichkeiten. Sie erlauben das Konzipieren von Welten, sie ermöglichen auf neue Weise ein vielfältiges Hin- und Hergehen zwischen den abstrakten Sphären des Konzepts und der Codegenerierung und den sinnlich erlebbaren Sphären der erzeugten Produkte.

Designprinzipien

Räumliche Praxis: Gestalte Lernumgebungen so, dass Lernende vielfältige praktische Zugänge zu hybriden Räumen erhalten, zum Beispiel in Form von digitalen Simulationen, CAD-Programmen, Suchmaschinen im Internet oder von digitalen Artefakten.

Konzipierter Raum: Gestalte Lernumgebungen so, dass Lernende zum Designen und Gestalten angeregt werden. Stelle Lernenden einen kontextabhängig adäquaten Zugang zur Programmierung bereit.

Gelebter Raum: Gestalte Lernumgebungen so, dass sie Lernende anregt, Auswirkungen von Anwendungsprogrammen oder digitalen Artefakten auf die soziale und natürliche Umwelt zu reflektieren.

Übersetzungen: Ermögliche Übersetzungen zwischen Sphären hybrider Räume, zum Beispiel durch solche Zugänge zum Programmieren, die Veränderungen im Raum des Codes anschaulich zeigen, sei es in einem graphischen Output wie etwa in CAD Programmen, oder in einem stofflichen Objekt wie im Falle des 3D-Drucks oder bei smart objects.

Um in der Praxis des Explorierens und Experimentierens sinnvolle Vorstellungen über die erlebten Gegenstände zu bekommen, sind Lernende in die Lage zu versetzen, Hypothesen und Modelle über die Gegenstände und Prozesse zu bilden. Deshalb ist *Modell* eine weitere Kategorie des Frameworks.

Modell

Zur Beschreibung und Analyse von Modellen ist ein Modellbegriff notwendig, der eine Beschreibung unabhängig von der Modellart (mentales oder programmiertes Modell) erlaubt. Am geeignetsten halten wir dafür Mahrs Modelltheorie. Diese besagt im Kern, dass ein Modell immer ein Modell von Etwas und für Etwas ist. Die sogenannte ‚Matrix‘ ist der Ausgangspunkt, von

der ein Modell gebildet wird. Das Modell an sich ist nicht sicht- oder greifbar, es existiert mental und kann mittels verschiedener ‚Modellobjekte‘, die ein Modell repräsentieren, erkennbar werden. Dies kann etwa die Verschriftlichung des Modells sein, die mündliche Beschreibung des Modells oder auch der Programmcode, der das Modell repräsentiert. Mit Hilfe des Modellobjekts können bestimmte Aspekte der Matrix reflektiert werden. Dieses Modell bzw. das Modellobjekt bildet die Basis für das Applikat, also für seine Anwendung. Das Applikat benennt das, wofür das Modell ein Modell ist, auf Basis dieses Modellobjekts wird ein Applikat „aus ihm abgeleitet oder [...] nach ihm gestaltet“ (Mahr 2015, S. 331), siehe Abbildung rechts.

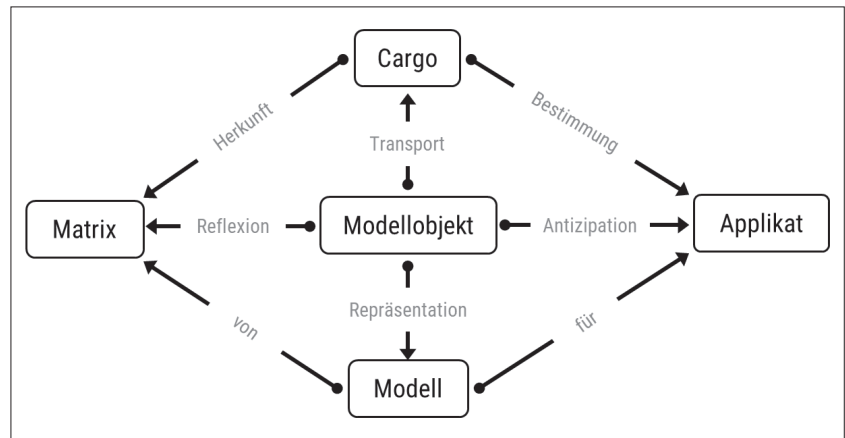


Abbildung 5: Modellbegriff nach Mahr

Das Modell bzw. Modellobjekt trägt etwas Abstraktes. Wird beispielsweise mit Hilfe eines Mikrocontrollers ein Parksensor programmiert, so kann das digitale Artefakt das Abstraktum „Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe“, den Cargo, transportieren. Mit Hilfe des wahrnehmbaren Modellobjektes kann über Elemente der Matrix – z.B. Fahrassistenzsysteme – reflektiert werden. Gleichzeitig dient es als Modell für andere Anwendungen auf der Basis des Zusammenspiels von Sensoren, Mikrocontroller und Aktuatoren.

Digitale Medien können als Modellobjekt gesehen werden. Dieses Modellobjekt repräsentiert ein bestimmtes programmierbares Modell. Das Modell wurde abstrahiert aus einer ursprünglich komplexen, kontingenten Matrix. Der Cargo, den das Digitale Medium trägt, ist je nach Nutzenden unterschiedlich.

Designprinzipien

Modifizieren: Gestalte Lernumgebungen so, dass sie eine Modifizierung bestehender Modelle über modellrelevante Parameter ermöglichen, damit Lernende experimentell und thesengeleitet Modelleigenschaften explorieren können.

Entwickeln: Schaffe für Lernende Möglichkeiten der eigenständigen Modellbildung und Modellanwendung, indem sie Prozesse der Formalisierung und Algorithmisierung durchlaufen.

Implementieren: Ermögliche eine niedrigschwellige Implementation der entwickelten Modelle, damit Lernende auch ohne besondere Vorkenntnisse Zugang zu informatischen Grundkonzepten erhalten.

Bedenken: Gestalte die Lernumgebung so, dass sie sowohl Potenziale als auch Grenzen von Modellen erkennen lässt.

Erfahrungsorientiertes Lernen erfordert von den Lernenden, sich selbstständig mit der Umgebung auseinander zu setzen. So geht es über die Erlebniskategorie des *Experience Designs* hinaus. Um Erfahrung im Sinne von Dewey zu machen, muss eine reflexive Haltung gefördert werden, die zu Hypothesen-, Konzept- und Modellbildung anregt. Um tiefere Zusammenhänge

zu erfassen, ja, um überhaupt zur Modellbildung vorzudringen, sollten Lernende einen Erlebnisstrom immer wieder durch Reflexion unterbrechen, Abstand vom unmittelbaren Erleben nehmen, um eine neue Perspektive einnehmen zu können. Iteratives Vorgehen meint also mehr als Bastelei und Herumprobieren.

Reflexion

Wie Edith Ackermann betont (Ackermann 2004), kann Lernen nicht als ein lineares Fortschreiten vom Konkreten zum Abstrakten organisiert werden. Verständiger Wissenserwerb erfolgt durch ein ständiges Vor- und Zurückgehen zwischen Phasen von konkretem Handeln, von überraschender Imagination und beharrlichem Bemühen um Konzeptbildung. Lernenden muss sich die Möglichkeit eröffnen, ihr eigenes Verhalten distanziert zu betrachten und zu bewerten. Edith Ackermann nennt diesen iterativen Prozess einen fortwährenden Tanz zwischen Diving-in und Stepping-out.

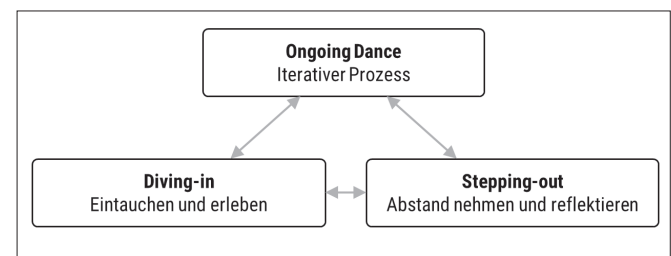


Abbildung 6: Ongoing Dance nach Ackermann

Wenn Lernende ihre eigenen Beobachter und Kritiker geworden sind, kann aus Erlebnis Erfahrung werden, auf die Lernende in einem weiteren Schritt aufbauen können. Wer kognitive Invarianten konstruiert hat, kann verschiedene Perspektiven einnehmen; wer Differenz erfahren hat, kann kognitive Invarianten bilden. Interaktionsdesigner:innen sollten Lernumgebungen also derart gestalten, dass sie reflexive Erfahrungen ermöglichen.

Designprinzipien

Modulieren: Gestalte die Lernumgebung so, dass sie einen fortwährenden Wechsel von Phasen des *diving in* (Immersion) und *stepping out* (Separation) evoziert, damit Lerngegenstände nicht nur erlebt, sondern auch reflektiert werden.

Optimieren: Gestalte die Lernumgebung so, dass sie iterative Prozesse des Designens und Programmierens anstößt, die zu einer Verbesserung der Ergebnisse aufgrund von Reflexion und zunehmender Erfahrung führen.

Diversifizieren: Gestalte die Lernumgebung so, dass sie einen Tanz von *diving in* und *stepping out* evoziert, der Lernende zu immer differenzierteren Modellbildungen und vielfältigeren Modellperspektiven führt.

Integrieren: Ermögliche durch Modulieren, Optimieren und Diversifizieren grundlegende Einsichten in Digitalisierungsprozesse.

Fazit

Digitale Medien durchdringen immer stärker alle Alltagsgegenstände, wodurch sich immer neue Herausforderungen für ein Bildungskonzept in der digitalisierten Welt stellen. Es eröffnen sich auch neue Möglichkeiten, denen das Framework Rechnung trägt. Programmierte Gegenstände und Prozesse werden erlebbar, die Programmierung der in den Medien implementierten Modelle wird für Lernende sichtbar gemacht (Reflexion und Experience). Die interdisziplinär zusammengesetzte Projektgruppe aus Medienpädagog:innen und Informatiker:innen im DFG-Forschungsprojekt REDiB hatte Erfahrungen mit Einzelstudien zu Digitalen Medien im Bildungskontext. Darauf aufbauend erarbeitete sie in einem designbasierten und theoriegeleiteten Vorgehen das hier vorgestellte Framework. In einer Abfolge von Workshops mit Schüler:innen und Workshops mit Expert:innen wurden die hier vorgestellten Konzepte erarbeitet und gleichzeitig erprobt und evaluiert. (Vgl. Liste der wichtigsten Publikationen aus diesem Projekt, die ich nach den Referenzen aufliste!)

Reflexion des Frameworks unter den Gegebenheiten von generativer KI

Das REDiB-Framework formuliert allgemeine Kategorien, wie ein Digitales Medium zu entwerfen und zu gestalten ist, das Lernprozesse unterstützen soll. Die gefundenen Kategorien des Raums, der Modellbildung, des Erfahrungsbezugs und der Reflexion haben meiner Meinung nach auch Gültigkeit für das Lernen mit generativer Künstlicher Intelligenz. Dadurch, dass die Kategorien des Frameworks auf das Design, das heißt den Entwurf und die Gestaltung und nicht nur auf die Nutzung des Mediums bezogen sind, gehen sie weiter als das Meiste, was heute in den Handlungsempfehlungen formuliert wird. Für die Forschung erscheint mir eminent wichtig, auf dieser Perspektive des Designs zu bestehen. Handlungsempfehlungen – so hilfreich sie im Einzelnen auch sein mögen – geraten leicht in die Gefahr,

der vorgegebenen Logik der Technologieentwicklung der großen Tech-Konzerne zu folgen.

Natürlich ist das REDiB-Framework nicht die allgemeine Lösung, die man nur noch anwenden müsste, sondern nur ein kleiner Baustein. Es braucht viel mehr Forschung, die sich mit den immer rasanteren Veränderungen unserer Lebenswelt durch Digitalisierung auf den verschiedensten Ebenen auseinandersetzt. Social Media und generative Künstliche Intelligenz wurden nicht für den Bildungsbereich entwickelt, haben aber zum Beispiel in Schulen einen riesigen Einfluss. Das Bewusstsein darüber, dass sie eine große Herausforderung für unser zukünftiges Leben darstellen, wächst. Mir scheint es dabei sehr wichtig zu sein, diese Veränderungen wirklich als grundlegende Veränderungen des Bisherigen zu denken und sie nicht ständig anhand von alten festgefahrenen Vorstellungen verstehen zu wollen. Für ein wirkliches Verständnis des Prozesses der tiefgehenden Transformation unserer Welt durch Digitalisierung bedarf es der Offenheit für Neues. Als ein Beispiel für den Versuch neu und anders zu denken, möchte ich das Werk des Technikphilosophen Yuk Hui empfehlen, den ich in dieser FlFF-Kommunikation vorstelle.

Persönliches Schlusswort

Im August 2026 findet in Bremen die IJCAI (<https://www.ijcai.org/>) statt, eine der weltweit ältesten und renommiertesten Konferenzen für Künstliche Intelligenz. Meine Stadt ist sehr stolz darauf. In diesem Zusammenhang findet auch das KI-Festival Bremen Fast Forward statt, für das der Weser-Kurier vom 13. Juli 2026 in einer ganzseitigen Anzeige mit den Gesichtern von 15 Personen wirbt. Nur eine von ihnen wird als Expertin für digitale Ethik und Bildung ausgewiesen. Alle anderen sind also zumindest keine expliziten Expert:innen für Ethik. Das werden der Weser-Kurier, der Bürgermeister und die abgebildeten Wissenschaftler:innen sicher anders sehen. Der Politiker im Grußwort und die Wissenschaftler:innen in den Eingangsstatements zu ihren Forschungsanträgen werden vermutlich ihre kritische Haltung und ihre ethische Verpflichtung herausstellen. Aber „die großen Herausforderungen unserer Zeit lassen sich nicht mit Parolen lösen“ (Müller 2026, S. 15). Ich würde deshalb fordern, dass alle Hochschulen in jeder Fakultät jeweils eine neue Professur zum Thema digitale Ethik und Bildung ausgeschrieben und dass die Hälfte der Professuren für Künstliche Intelligenz zukünftig dem Thema „Wie mit Künstlicher Intelligenz in unserer Gesellschaft leben“ zu widmen ist. Was ist verrückter – diese Forderung oder die Tatsache, dass diese Forderung völlig illusorisch und wirklichkeitsfremd erscheint? Ich bin immer noch fassungslos, dass die Professur „Digitale Medien in der Bildung“ von Prof. Dr. Heidi Schelhowe nach ihrer Pensionierung nicht wieder neu besetzt, sondern aus Spargründen ersatzlos gestrichen wurde. Mit Heidi Schelhowe, die traurigerweise inzwischen verstarb, fehlt uns eine sehr bedeutende Expertin für digitale Ethik und Bildung. Ihr möchte ich diesen Artikel widmen.

Referenzen

- Ackermann, Edith (2001) Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the Difference? Future of learning group publication.
- Ackermann, Edith (2004) Structuring Knowledge and Transforming the World. In A learning zone of one's own: Sharing representations and flow in collaborative learning environments. Mario Tokoro, Luc Steels, et al. (eds.). IOS Press, Amsterdam, Netherlands, pp. 15-37
- Antle, Alissa N. (2007) The CTI Framework: Informing the Design of Tangible Systems for Children. In: TEI'07, Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction, pp. 195-202
- Blikstein, Paulo, Wilensky, Uri (2007) Bifocal modeling: a framework for combining computer modeling, robotics and real-world sensing. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA 2007), Chicago, IL
- Dagstuhl-Erklärung (2016) Bildung in der digital vernetzten Welt. <https://gi.de/themen/beitrag/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digital-vernetzten-welt-1/>
- Dewey, John (1995) Erfahrung und Natur. Suhrkamp Verlag Frankfurt am Main
- Eisenberg, Mike et al. (2002) Computationally-Enhanced Construction Kits for Children: Prototype and Principles. http://depts.washington.edu/dmgftp/publications/pdfs/ICLS02_Construction_kits.pdf (13.2.2019)
- Lefebvre, Henri (1991) The Production of Space. Blackwell Publishing Malden, MA, Oxford, UK und Carlton, Australien (Original: 1974: Production d' espace)
- Mallinverni, Laura, Ackermann, Edith, Pares, Narcis (2016). Experience as an Object to Think with: from Sensing-in-action to Making-Sense of action in Full-Body Interaction Learning Environments. Proceedings of the TEI '16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction. Eindhoven. S. 332-339
- Müller, Silke (2026) Schule gegen Kinder. Wie ein kaputtes Schulsystem die Zukunft der nächsten Generation gefährdet, München: Droemer HC
- Resnick, Mitchel und Silverman, Brian (2005) Some reflections on designing construction kits for kids. In: Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children, Boulder Colorado. DOI: 10.1145/1109540.1109556, S. 117-122
- Robben, Bernard (2006) Der Computer als Medium. Eine transdisziplinäre Theorie, Bielefeld: transcript Verlag
- Schelhowe, Heidi (1998) Das Medium aus der Maschine: Zur Metamorphose des Computers, Frankfurt am Main: Campus Verlag
- Turkle, Sherry (2007) Evocative Objects: Things We Think with. The MIT Press Cambridge MA u. a.

Liste der wichtigsten Publikationen aus diesem Projekt

- Schelhowe, Heidi (2016) 'Through the Interface' – Medienbildung in der digitalisierten Kultur. In: Medienpädagogik. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung. heft 2/2016 Päd Hochschule Zürich. www.medienpaed.com/article/view/427
- Herzig, Bardo (2016) Medienbildung und Informatische Bildung – Interdisziplinäre Spurensuche. MedienPädagogik. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung 25, (28. Oktober), S. 59-79.doi: 10.21240/mpaed/25/2016.10.28.X.

- Herzig, Bardo (2017) Lernen mit und über Digitale Medien – Zugänge zu programmierbaren Modellen. Bildung. bildung+schule digital, Heft 1/2017, S. 11-14
- Herzig, Bardo, Schelhowe, Heidi, Robben, Bernard, Klar, Tilman-Mathies, Aßmann, Sandra (2018) Design von Interaktionsräumen für reflexive Erfahrung – Wie werden im Digitalen Medium implementierte Modelle erfahr- und verstehbar? In: Pietraß M., Fromme J., Grell P., Hug T. (Hrsg.): Jahrbuch Medienpädagogik 14. Der digitale Raum – Medienpädagogische Untersuchungen und Perspektiven. Wiesbaden: VS Springer Verlag, S. 135-156
- Klar, Tilman-Mathies, Herzig, Bardo, Robben, Bernard, Schelhowe, Heidi (2018) Mehr als Coding – Entwicklung, Anwendung und Reflexion von Modellen im Kontext digitaler Medien. In: Knaus T., Engel O., Spannungen und Potenziale – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen. München: kopaed: S. 133-150
- Mahr, Bernd (2015) Modelle und ihre Befragbarkeit – Grundlagen einer allgemeinen Modelltheorie, in: Erwägen Wissen Ethik – Streitforum für Erziehungskultur, Nr. 3, 26 Jg., S. 329-342
- Robben, Bernard, Herzig, Bardo, Klar, Tilman-Mathies, Schelhowe, Heidi (2018) Begreifbare Learning Environments – A framework of Interaction Design for Reflective Experience. In: i-Com Journal of Interactive Media 2018; 17(3): 211-218. De Gruyter Oldenbourg.
- Herzig, Bardo (2019) Digitale Medien – bildende Blicke hinter das Interface. In: Burow, O. (Hrsg.): Schule digital – wie geht das? Wie die digitale Revolution uns und die Schule verändert. Weinheim: Beltz Verlag, S. 94-110
- Herzig, Bardo (2019) Digitale Räume – zur Anregung reflektierter Erfahrung. In: Syring, M./ Weiß, S. (Hrsg.): Lehrer(in) sein – Lehrer(in) werden – Professionalisierung der Profession. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 225-239
- Herzig, Bardo, Klar, Tilman-Mathies (2019) Digitale Modellierung sozialer Räume. In: Heider-Lang, J. / Merkert, A. (Hrsg.), Digitale Transformation in der Bildungslandschaft – den analogen Stecker ziehen? Managementkonzepte. Augsburg, München: Rainer Hampp, S. 99-112

Anmerkungen

- 1 In diesem Artikel benutze ich Digitale Medien als feststehenden Begriff und schreibe deshalb das Adjektiv „digital“ groß.
- 2 DFG-Geschäftszeichen SCHE 1465/7-1 (Bremen) & HE 5904/1-1 (Paderborn)
- 3 <https://www.digitalpaktschule.de/index.html>
- 4 <https://www.digitalpaktschule.de/de/bilanzbericht-digitalpaktschule-2019-2025-1875.html>
- 5 https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_10_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf
- 6 In den Papieren der verschiedenen Bildungsbehörden gibt es dazu allerdings auch viele differenzierte Stellungnahmen. Insgesamt pendelt die Debatte neben der Sicht von KI als Werkzeug oft zwischen der Warnung vor der Dystopie der KI, die bald die Macht in der Welt übernehmen, und dem Schwärmen von den ungeahnten Möglichkeiten der KI zum Wohl der Menschheit.
- 7 <https://dagstuhl.gi.de/dagstuhl-erklaerung>

Infos zum Autor siehe Seite 28

Vom programmierten Fehler zum KI-Irrtum

Was generative KI in digitalen Lernspielen verändert

Generative KI verändert digitale Lernmedien, weil Fehler von NPCs (Non-Player Characters) nicht mehr nur geskriptet sind, sondern während der Generierung entstehen können. Der Beitrag unterscheidet geskripte Imperfektion und emergente Fehlbarkeit und diskutiert Folgen für Glaubhaftigkeit, Fairness und epistemisches Vertrauen. TLA-KI (THE LEARN ARENA) zeigt exemplarisch, warum generative Offenheit durch explizite Regeln, externe Korrektheitsprüfung und transparente Fehlerbehandlung begrenzt werden sollte.

Vom programmierten Fehler zur emergenten Fehlbarkeit

Digitale Lernspiele nutzen Non-Player Characters (NPCs) etwa als Gegner:innen, Begleiter:innen oder Tutor:innen, um Herausforderung, Rückmeldung und Interaktion zu strukturieren. Solche NPCs prägen nicht nur die Spielmechanik, sondern auch die soziale und pädagogische Bedeutung des Spiels. Game-based Learning beruht gerade auf dem Zusammenspiel von Herausforderung, Handlung und Feedback sowie auf der Einbettung von Lernzielen in die Spielmechanik und nicht allein auf der Präsentation von Inhalten (Plass et al. 2015:259-261; Shute/Ventura 2013:17-18).

Ein vollkommen kompetenter NPC ist dabei nicht zwingend wünschenswert. Beantwortet der NPC jede Frage korrekt und wählt immer den optimalen Zug, kann der Spielraum für Erfolg und Herausforderung der Lernenden schrumpfen. Klassische Systeme lösen dieses Problem mit geskripteter Imperfektion: Schwächere Entscheidungen oder falsche Antworten werden durch explizite Wahrscheinlichkeiten, Schwierigkeitsregeln oder Zeitpläne erzeugt. Solche Fehler sind reproduzierbar und gut kontrollierbar, können aber künstlich wirken, sobald das Muster erkennbar wird.

Mit großen Sprachmodellen entsteht eine zweite Form der Fehlbarkeit. Ein LLM kann eine Aufgabe ernsthaft zu lösen versuchen und dennoch eine falsche, unpassende oder formal ungültige Antwort erzeugen. Forschung zu generativen Agenten zeigt, dass Architekturen mit Erinnerung, Reflexion und Planung glaubhaftes, kontextabhängiges Verhalten unterstützen können; auf Lernspiele übertragen kann dies auch die Wahrnehmung eines NPCs beeinflussen (Park et al. 2023:1-3). Gleichzeitig bleiben plausible, aber falsche Ausgaben ein zentrales Zuverlässigkeitsproblem großer Sprachmodelle (Farquhar et al. 2024:625-626; Kalai et al. 2025:1-3). Für Bildungsmedien entsteht damit ein Spannungsfeld: Dieselbe Unvorhersagbarkeit, die einen NPC weniger geskriptet erscheinen lässt, kann pädagogische Kontrolle schwächen (Kasneci et al. 2023:1).

Konzeptionelle Perspektive

Der Beitrag verwendet eine konzeptionell-vergleichende Methode. Zusammengeführt werden vier Forschungsstränge: glaubhafte NPCs und Game-AI, pädagogische Agenten und digitales spielbasiertes Lernen, Vertrauen in Automation sowie

Zuverlässigkeit großer Sprachmodelle. Die Literatursammlung ist gezielt und dient der theoretischen Integration, nicht einem systematischen Review oder der Schätzung empirischer Effekte. Untersucht wird, welche Annahmen über Handlung, Fehler, Vertrauen und pädagogische Verantwortung aufeinandertreffen, wenn generative KI in Lernspielen eingesetzt wird.

Der Vergleich erfolgt in drei Schritten. Zunächst werden geskripte Imperfektion und emergente Fehlbarkeit nach unmittelbarer Fehlerquelle, Kontrollierbarkeit und Interpretierbarkeit unterschieden. Anschließend werden wiederkehrende Gestaltungsfragen zu Glaubhaftigkeit, Fairness, Vorhersagbarkeit, Adaptivität, Transparenz und Verantwortlichkeit gebündelt. Schließlich dient TLA-KI als Designillustration. Das Beispiel soll die Begriffe und Grenzen des Ansatzes konkretisieren, nicht Wirkungen auf Motivation, Vertrauen oder Lernerfolg nachweisen.

Damit ist die Reichweite bewusst begrenzt. Es wurden keine Schüler:innen oder Lehrkräfte untersucht und keine personenbezogenen Daten erhoben. Aussagen über Wahrnehmung und Lernwirkung sind daher konzeptionelle Propositionen beziehungsweise Hypothesen. Empirische Studien müssen erst zeigen, ob Lernende die beschriebenen Unterschiede tatsächlich wahrnehmen und welche Folgen sie im schulischen Einsatz haben.

Glaubhaftigkeit ist nicht dasselbe wie Verlässlichkeit

Für NPCs lässt sich aus der Forschung zu glaubhaften Agenten ableiten, dass Glaubhaftigkeit keine perfekte Leistung voraussetzt, sondern unter anderem aus einer konsistent vermittelten Persönlichkeit und situationsbezogenem Handeln entsteht (Loyal 1997:1, 15-16; Mateas 1997:1-4). Ein unvollkommener NPC kann deshalb glaubhafter wirken als ein stets optimaler. Bei pädagogisch eingesetzten Agenten kommen Rollen sowie soziale und affektive Unterstützungsfunktionen hinzu, die auf Lernen und Motivation bezogen werden (Kim/Baylor 2016:160-165). Ein Fehler ist im Lernspiel daher nicht nur ein dramaturgisches Mittel oder Balancing, sondern kann beeinflussen, was Lernende für wahr und vertrauenswürdig halten.

Diese Unterscheidung ist für generative KI zentral. Eine flüssig formulierte Falschaussage kann den NPC als handelndes Gegenüber plausibel erscheinen lassen und zugleich epistemisch problematisch sein. Forschung zu Vertrauen in Automation zielt

deshalb auf angemessene Reliance statt auf möglichst hohes Vertrauen: Die Nutzung automatisierter Systeme sollte an deren tatsächliche Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit angepasst sein (Lee/See 2004:50-56; Parasuraman/Riley 1997:230-233; Buçinca et al. 2021:188:2-188:3). Für Lernmedien folgt daraus, dass NPC-Glaubhaftigkeit und epistemisches Vertrauen getrennt betrachtet werden müssen.

TLA-KI als Designillustration

TLA-KI ist ein KI-gestützter NPC, der im kartenbasierten Lernspiel THE LEARN ARENA (TLA) als Gegner eingesetzt wird (siehe Abbildung 1).

Anders funktioniert die Beantwortung von Quizfragen. Ein über Ollama bereitgestelltes Sprachmodell erhält eine Aufgabe und soll eine eng strukturierte Antwort zurückgeben, etwa den Index einer Multiple-Choice-Option, einen Wahrheitswert oder eine geordnete Zuordnung. Das Spiel verarbeitet diese Ausgabe und vergleicht sie mit einer hinterlegten Lösung. Entscheidend ist: Das Sprachmodell bestimmt nicht selbst, ob seine Antwort richtig ist. Es erzeugt den Lösungsversuch des NPCs, die regelbasierte Umgebung stellt das Korrektheitskriterium bereit. Das Modell wird damit als fehlbarer Teilnehmer und nicht als epistemische Autorität behandelt.

Die aktuelle Implementierung macht zugleich eine wichtige Grenze sichtbar. Inhaltlich falsche, nicht parsbare und wegen

technischer Probleme ausbleibende Antworten führen derzeit zum gleichen Spielergebnis. Pädagogisch sind diese Fälle jedoch nicht gleichbedeutend. Ein sachlicher Irrtum kann als Wissensfehler interpretiert werden, ein Formatfehler, Timeout oder Verbindungsproblem ist zunächst ein technischer Ausfall. Diese Gleichbehandlung ist daher eine Implementierungsgrenze des Beispiels und keine didaktische Empfehlung.

Zwei Formen künstlicher Fehlbarkeit

Der zentrale Unterschied liegt in der unmittelbaren Entstehung des Fehlers. Bei geskripteter Imperfektion erzeugt eine Regel absichtlich eine schwächere oder falsche Handlung. Bei emergenter Fehlbarkeit entsteht der Fehler trotz des Versuchs, die Aufgabe korrekt zu lösen. Auch die zweite Form bleibt auf Systemebene gestaltet: Modellauswahl, Prompting, Parsing, Prüfredeln und Fehlerbehandlung sind Entscheidungen der Entwickler:innen. „Emergent“ bedeutet hier deshalb nicht unbeeinflusst oder verantwortungsfrei, sondern nur, dass der konkrete Fehler nicht als Fehlerereignis vorab eingeplant wurde, siehe Abbildung 2.

Fünf konzeptionelle Propositionen

Erstens: Die Fehlerprovenienz ist relevant, aber nur auf der unmittelbaren Ebene. Ein sichtbarer Fehler kann dieselbe Spielwirkung haben, obwohl er entweder absichtlich geplant oder während eines generativen Lösungsversuchs entstanden ist.

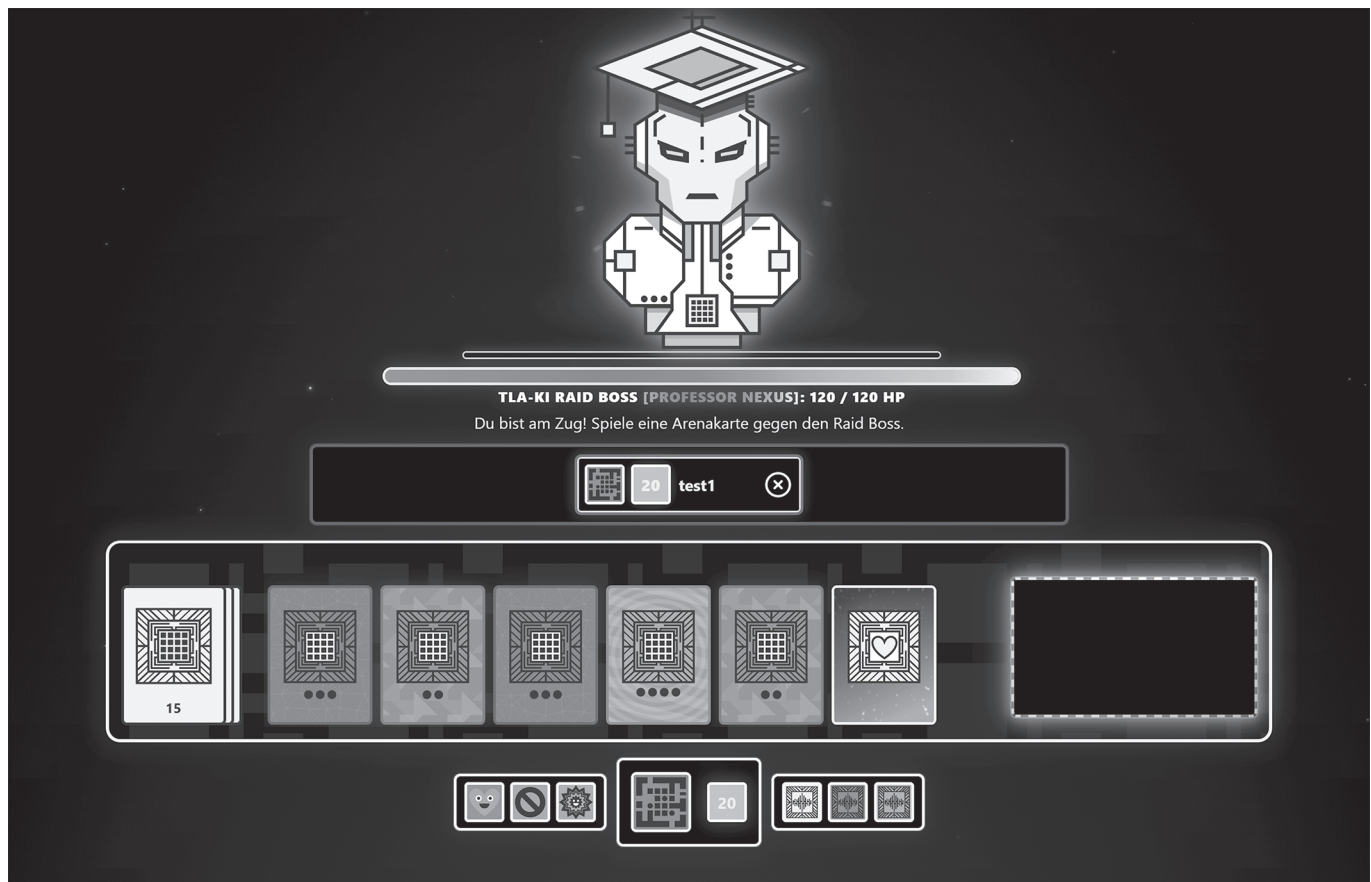


Abbildung 1: TLA-KI („Professor Nexus“) als KI-gestützter Raid-Boss in THE LEARN ARENA. Die Karten- und Zugmechanik des Spiels bleibt regelbasiert. Bild: Down Church Studios, CC BY 4.0

Dimension	Geskriptete Imperfektion	Emergente Fehlbarkeit
Unmittelbare Fehlerquelle	Regel, Wahrscheinlichkeit oder Schwierigkeitsvorgabe	Fehlschlag während eines generativen Lösungs- oder Formatierungsversuchs
Kontrolle	hoch: reproduzierbar, abstimmbar und gut auditierbar	geringer: begrenztbar und protokollierbar, aber nicht vollständig vorhersagbar
Pädagogische Bedeutung	kann gezielt an Schwierigkeit oder typische Fehlvorstellungen gekoppelt werden	abhängig von Fehlerart: Inhaltsfehler, Formatfehler und Ausfall haben unterschiedliche Bedeutung
Fairness	Regeln und Wahrscheinlichkeiten lassen sich vergleichsweise stabil dokumentieren	benötigt externe Prüfung, Offenlegung und eine definierte Behandlung von Fehlersituationen
Verantwortlichkeit	konzentriert sich auf explizite Designentscheidungen	verteilt sich auf Modell, Prompt, Parser, Prüflöge und Spielregeln

Abbildung 2: Geskriptete Imperfektion und emergente Fehlbarkeit im Vergleich

Die Unterscheidung verändert nicht die Verantwortung der Entwickler:innen, wohl aber die Reproduzierbarkeit, Diagnose und notwendige Schutzmechanismen.

Zweitens: Glaubhaftigkeit und Fairness können auseinanderfallen. Weniger geskriptetes Verhalten kann als situierter und lebendiger wahrgenommen werden, ohne dadurch prozedural oder pädagogisch fairer zu sein. Unterschiedliche Lernende können aufgrund generativer Varianz unterschiedlich hilfreiche, irreführende oder schwierige Ausgaben erhalten. Die Natürlichkeit der Interaktion ist deshalb kein ausreichendes Kriterium für faire Lernbedingungen.

Drittens: Externe Verifikation verändert die epistemische Rolle des Modells. Wenn generierte Antworten gegen hinterlegte Lösungen oder andere unabhängige Kriterien geprüft werden, definiert das LLM nicht selbst, was richtig ist. Dadurch sinkt das Risiko, sprachliche Flüssigkeit mit Wissensautorität zu verwechseln. Für Bildungsmedien ist diese Trennung besonders wichtig, weil ein externes Korrektheitskriterium erhalten bleibt, obwohl die sichtbare Interaktion generativ ist.

Viertens: Fehlerarten müssen unterschieden werden. Eine plausible Fehlvorstellung kann als wissensbezogener Irrtum diskutiert werden. Ungültiges JSON, Parsingprobleme, Latenz oder Nichterreichbarkeit sind technische Fehler. Werden alle Fälle als „falsche Antwort“ behandelt, wird technische Kontingenz pädagogisch umgedeutet. Systeme sollten deshalb festlegen, welche Fehler als legitime Fehlbarkeit gelten und welche wiederholt, neutralisiert oder transparent als Störung behandelt werden (Amershi et al. 2019:3).

Fünftens: Das geeignete Gestaltungsziel ist begrenzte generative Flexibilität. Generative Variation sollte dort eingesetzt werden, wo sie Herausforderung, Responsivität oder glaubhafte Interaktion unterstützt. Kernregeln, Korrektheitskriterien, Transparenz und Verantwortlichkeit sollten explizit bleiben. Der Ansatz verbindet damit die situative Offenheit generativer Agenten mit den Anforderungen pädagogischer Systeme und angemessen kalibrierten Vertrauens (Park et al. 2023:1-3; Kim/Baylor 2016:160-165; Lee/See 2004:50-56).

Was bedeutet das für schulische Lernmedien?

Für schulische digitale Lernmedien folgt daraus zunächst, dass ein Sprachmodell nicht lediglich an einen bestehenden NPC „angeschlossen“ werden sollte. Sobald generierte Aussagen Einfluss auf Aufgaben, Rückmeldungen oder Spielerfolg haben, werden Mechanismen zur Begrenzung und Prüfung selbst Teil des didaktischen Designs. Das gilt besonders dann, wenn Lernende den NPC nicht nur als Spielgegner, sondern zugleich als Wissensquelle interpretieren könnten.

Ein Fragenrahmen mit sieben Dimensionen kann die Gestaltung strukturieren: Ist der NPC glaubhaft, ohne menschliche oder unfehlbare Kompetenz zu suggerieren? Bleiben prozedurale Regeln wie Ressourcen, Zugstruktur und Bewertung stabil? Erzeugen Fehler legitime Lerngelegenheiten statt bloßer Fehlinformation? Welche Verhaltensweisen müssen für Planung und Regelverständnis vorhersagbar bleiben? Was darf sich an wen und auf welcher Datengrundlage anpassen? Was müssen Lernende über Generierung, Prüfung und mögliche Fehler wissen (vgl. Long/Magerko 2020:2)? Und lässt sich im Nachhinein rekonstruieren, welche Modellausgabe, Parserentscheidung und Spielregel zu einer Konsequenz geführt haben?

Daraus ergeben sich praktische Leitlinien. Fachliche Richtigkeit sollte dort, wo Fehlinformation Lernziele gefährdet, nicht allein dem Sprachmodell überlassen werden. Technische Ausfälle sollten nicht als didaktisch sinnvolle Fehler inszeniert werden. Generative Varianz sollte begrenzt werden, wenn Vergleichbarkeit erforderlich ist. Gleichzeitig muss nicht jede unsichere Aussage sofort als richtig oder falsch markiert werden: In einem geeigneten Szenario kann gerade das Prüfen einer Aussage Teil der Lernaufgabe sein. Entscheidend ist, dass die Unsicherheit didaktisch gewollt und technisch beherrscht ist.

Qualitative Veränderung oder nur ein neues Werkzeug?

Für die Leitfrage des FfF-Schwerpunkts ergibt sich eine differenzierte Antwort. Viele pädagogische Grundfragen bleiben unver-

ändert: Lernziele müssen bestimmt, Inhalte ausgewählt, Aufgaben gestaltet und technische Systeme kritisch beurteilt werden. Generative KI verändert jedoch die Verteilung von Kontrolle. Bei einem vollständig geskripteten System können zulässige Reaktionen grundsätzlich vorab festgelegt und getestet werden. Bei einem generativen NPC wird ein Teil der konkreten Systemausgabe erst während der Nutzung erzeugt.

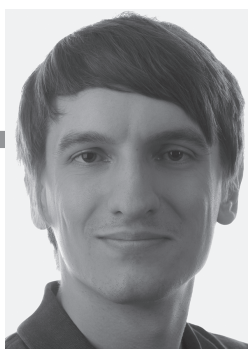
Diese Verschiebung ist qualitativ relevant, wenn generierte Äußerungen selbst zu Wissenshandlungen werden und weitere Lern- oder Spielentscheidungen auslösen. Dann reicht die Prüfung vorgesehener Inhalte nicht mehr aus. Auch die Regeln für unerwartete Ausgaben, externe Verifikation, Protokollierung und Fehlerbehandlung gehören zum pädagogischen Konzept. Generative KI ist damit nicht automatisch ein neues Bildungskonzept. Sie zwingt aber dazu, technische Zuverlässigkeit und didaktische Verantwortung enger miteinander zu verzahnen.

Grenzen und Forschungsbedarf

Der vorliegende Beitrag liefert keine empirischen Aussagen darüber, ob Lernende emergente Fehler tatsächlich glaubhafter finden, wie sich unterschiedliche Fehlerarten auf Vertrauen auswirken oder ob begrenzte generative Flexibilität den Lernerfolg verbessert. Auch TLA-KI ist bislang nicht als glaubhafter, fairer oder motivierender validiert. Die Designillustration zeigt lediglich, welche Systemgrenzen technisch und konzeptionell getrennt werden können.

Die Propositionen lassen sich jedoch empirisch prüfen. Eine Mixed-Methods-Studie könnte einen regelbasierten NPC mit geskripteter Imperfektion, einen hybriden NPC mit LLM-generierten Antworten und eine probabilistische Vergleichsbedingung gegenüberstellen. Quantitative Maße könnten Glaubhaftigkeit, Fairness, Motivation, epistemisches Vertrauen und Wiederholungsbereitschaft erfassen. Systemlogs könnten Inhaltsfehler, Formatfehler, Latenz und Spielergebnisse unterscheiden, Interviews könnten untersuchen, ob Lernende Fehler als Herausforderung, Unsicherheit, Persönlichkeit, „Cheaten“ oder technische Störung interpretieren.

Für schulische Untersuchungen kämen zusätzlich Lehrkräfteperspektiven, Datenschutz und die Vergleichbarkeit von Lernbedingungen hinzu. Wichtig wäre insbesondere zu prüfen, ob Transparenz tatsächlich zu besser kalibriertem Vertrauen führt, statt lediglich allgemeines Vertrauen zu erhöhen (vgl. Kizilcec 2016:2393), und ob die pädagogische Nützlichkeit stärker von der Interpretierbarkeit eines Fehlers als von seiner Häufigkeit abhängt.



Stefan Pietrusky

Stefan Pietrusky ist bei *Down Church Studios* in Niederkirchen tätig. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in digitalen Lernspielen und der Gestaltung KI-gestützter Lernanwendungen, insbesondere in der kontrollierten Einbettung generativer Systeme.

Fazit

Geskriptete Imperfektion und emergente Fehlbarkeit unterscheiden sich in der unmittelbaren Herkunft und Kontrollierbarkeit eines Fehlers. Ein regelbasierter NPC scheitert, weil ein expliziter Mechanismus eine schwächere oder falsche Handlung vorsieht, ein LLM-gestützter NPC kann scheitern, obwohl er die Aufgabe korrekt lösen soll. Diese Offenheit kann weniger geskriptetes Verhalten ermöglichen, macht einen NPC aber nicht automatisch fairer, motivierender oder pädagogisch sinnvoller.

Für Bildungsmedien sollte generative Variation deshalb nur dort eingesetzt werden, wo ihre Unsicherheit einen nachvollziehbaren Zweck erfüllt. Explizite Regeln, externe Korrektheitskriterien, funktionale Transparenz und rekonstruierbare Verantwortlichkeit sollten erhalten bleiben. Die zentrale Gestaltungsfrage lautet nicht, wie viel KI ein Lernmedium enthält, sondern welche Unsicherheiten pädagogisch legitim sind und welche technisch ausgeschlossen oder abgefedert werden müssen.

Literatur

- Amershi, S. / D. Weld / M. Vorvoreanu / A. Fourney / B. Nushi / P. Collisson / J. Suh / S. Iqbal / P. N. Bennett / K. Inkpen / J. Teevan / R. Kikin-Gil / E. Horvitz (2019): Guidelines for Human-AI Interaction, in: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, S. 1–13.
- Buçinca, Z. / M. B. Malaya / K. Z. Gajos (2021): To Trust or to Think: Cognitive Forcing Functions Can Reduce Overreliance on AI in AI-assisted Decision-making, in: Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, Bd. 5, Nr. CSCW1, Art. 188, S. 1–21.
- Farquhar, S. / J. Kossen / L. Kuhn / Y. Gal (2024): Detecting hallucinations in large language models using semantic entropy, in: Nature, Bd. 630, S. 625–630.
- Kalai, A. T. / O. Nachum / S. S. Vempala / E. Zhang (2025): Why Language Models Hallucinate, arXiv, [online]. <https://arxiv.org/abs/2509.04664> [abgerufen am 13.08.2026].
- Kasneci, E. / K. Sessler / S. Küchemann / M. Bannert / D. Dementieva / F. Fischer / U. Gasser / G. Groh / S. Günnemann / E. Hüllermeier / S. Krusche / G. Kutyniok / T. Michaeli / C. Nerdel / J. Pfeffer / O. Poquet / M. Sailer / A. Schmidt / T. Seidel / M. Stadler / J. Weller / J. Kuhn / G. Kasneci (2023): ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education, in: Learning and Individual Differences, Bd. 103, Art. 102274, S. 1–13.
- Kim, Y. / A. L. Baylor (2016): Research-Based Design of Pedagogical Agent Roles: A Review, Progress, and Recommendations, in: International Journal of Artificial Intelligence in Education, Bd. 26, Nr. 1, S. 160–169.
- Kizilcec, R. F. (2016): How Much Information? Effects of Transparency on

Trust in an Algorithmic Interface, in: Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, S. 2390–2395.

Lee, J. D. / K. A. See (2004): Trust in Automation: Designing for Appropriate Reliance, in: Human Factors, Bd. 46, Nr. 1, S. 50–80.

Long, D. / B. Magerko (2020): What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations, in: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, S. 1–16.

Loyall, A. B. (1997): Believable Agents: Building Interactive Personalities, Dissertation, Carnegie Mellon University.

Mateas, M. (1997): An Oz-Centric Review of Interactive Drama and Believable Agents, Technical Report CMU-CS-97-156, Carnegie Mellon University.

Parasuraman, R. / V. Riley (1997): Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse, in: Human Factors, Bd. 39, Nr. 2, S. 230–253.

Park, J. S. / J. C. O'Brien / C. J. Cai / M. R. Morris / P. Liang / M. S. Bernstein (2023): Generative Agents: Interactive Simulacra of Human Behavior, in: Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology.

Plass, J. L. / B. D. Homer / C. K. Kinzer (2015): Foundations of Game-Based Learning, in: Educational Psychologist, Bd. 50, Nr. 4, S. 258–283.

Shute, V. J. / M. Ventura (2013): Stealth Assessment: Measuring and Supporting Learning in Video Games, Cambridge, MA: MIT Press.

Bernard Robben, Margita Zallmann

Digitale Medien und KI in der Schule – Praxisbeispiele

Ergänzend zu den allgemeinen Artikeln präsentieren wir einige Schlaglichter auf die gegenwärtige Schulpraxis. Dafür haben wir bei Lehrkräften nachgefragt, welche Erfahrungen sie persönlich in der Schule mit digitalen Medien und insbesondere mit KI machen und welche Erwartungen und Anforderungen hieraus aus ihrer subjektiven Sicht resultieren.

Wir bedanken uns sehr für die Darlegung ihrer Erfahrungen bei:

- Henning Brandt, Lehrer an einer kooperativen Gesamtschule in Niedersachsen, unterrichtet die Fächer Physik und Informatik in allen Jahrgängen 5 bis 13 in der Hauptschule, Realschule sowie im Gymnasialbereich.
- Katharina Güldner, Lehrerin an einem Bremer Schulzentrum, unterrichtet die Fächer Deutsch und Kunst in der gymnasialen Oberstufe, der Fachoberschule sowie bei den sozialpädagogischen Assistent:innen.
- Simon Engelbertz, Lehrer an einer integrativen Gesamtschule in Lilienthal (Niedersachsen), unterrichtet die Fächer Mathematik und Informatik in der Sekundarstufe 1.

Henning Brandt und Simon Engelbertz wurden im Gespräch von Bernard Robben interviewt und Katharina Güldner hat schriftlich Fragen beantwortet. Ihre Antworten zur Ausstattung ihrer Schulen, und welche Medien genutzt werden, fassen wir hier gesondert zusammen.



Mathematikunterricht mit Tablets, Foto: Ronja Aigner, Michelle Kohlmeier, CC0, via Wikimedia Commons

Digitale Ausstattung der Schulen

Einerseits ist die digitale Ausstattung der Schulen – vor allem seit der Corona-Zeit – gewachsen. Zum Teil ermöglicht durch

den ersten Digitalpakt wurden neue iPads und PCs angeschafft und die Schulinfrastrukturen ausgebaut. „Alle von mir genutzten Räume verfügen über Beamer und Lautsprecher; mittels Airplay können wir unsere Geräte über die Leinwände in den Klassenräumen spiegeln. Einige Räume haben zudem Smartboards“ (K. Güldner). Andererseits berichten die Lehrkräfte von veralteten oder kaputten Geräten, verschiedenartigen, inkompatiblen Systemen sowie vom häufig instabilen Internetzugang. „Und es gibt niemanden, der die Infrastruktur administriert. Das machen halt ein paar Lehrer so nebenbei“ (S. Engelbertz).

Nutzung digitaler Medien in der Schule

„Direkt im Unterricht nutze ich Apps, die auf den von Bremen bereitgestellten Schul-iPads laufen – beispielsweise GoodNotes (Notizen), Keynote (Präsentation), Mentimeter (interaktive Präsentation), oncoo (kooperatives Lernen), Padlet (digitale Pinnwand)“ (K. Güldner).

Die Lehrkräfte arbeiten mit Lernplattformen, in Bremen mit itslearning¹, in Niedersachsen mit IserV². Die Plattformen werden zur Organisation der Lernvorgänge und – neben Dienst-E-mails und Messengern – auch zur Kommunikation zwischen Lehrkräften sowie mit Schüler:innen und Eltern genutzt. „Die Nutzung von itslearning stellt heute einen wichtigen Teil meiner Arbeit dar. Viele Arbeitsaufträge lade ich z. B. inzwischen nur noch digital über itslearning hoch, was Papier und Aufwand spart“ (K. Güldner). „Wir benutzen viele der Module, die IserV zur Verfügung stellt – wie etwa das digitale Klassenbuch. Mittlerweile machen wir damit auch unsere Klausurplanung und schreiben darüber Elternbriefe“ (H. Brandt). „IserV hat sich stetig verbessert. Ich bin damit sehr zufrieden“ (S. Engelbertz).

Zudem wird in den Schulen der Lehrkräfte die Schulverwaltungssoftware Untis eingesetzt, deren Erweiterung WebUntis den Lehrkräften einen mobilen Zugang zur Schul- und Unterrichtsorganisation bietet. „Über die Untis-App können die Schüler:innen jederzeit den Vertretungsplan einsehen. Jeder Schüler, jeder Lehrer hat ein E-Mail-Konto über die Schule“ (H. Brandt).

Nutzung von KI in der Schule

In der Schule werden vor allem generative KI-Systeme, die auf Basis großer Sprachmodelle (Large Language Modell, LLM) z. B. Texte oder Bilder erzeugen können, genutzt. Alternativ zu ChatGPT und weiteren KI-Chatbots privater Tech-Unternehmen gibt es inzwischen den speziell für Schulen entwickelten AIS.chat (früher telli) aus dem länderübergreifenden AIS-Projekt (Adaptives Intelligentes System). Er „ermöglicht einen einfachen und datenschutz-konformen Zugang zu generativer KI und stellt die KI-Grundversorgung für Schulen bereit.“³ Henning Brandt und Simon Engelbertz nutzen zudem Fobizz⁴.

Fiff-Kommunikation

Interview mit Katharina Güldner

Fiff-Kommunikation: *Nutzt du KI in der Schule? Nutzen die Schüler:innen KI in der Schule oder zuhause?*

Katharina Güldner: Ich nutze KI vor allem zur Vorbereitung des Deutsch- und Kunstunterrichts. Dabei lasse ich zum Beispiel längere Texte zusammenfassen, Arbeitsblätter in einfachere Sprache übersetzen oder zu sperrig klingende Arbeitsaufträge verbessern. Manchmal frage ich auch nach Überleitungen, geeigneten Reflexionsfragen oder nach einem geeigneten Unterrichtseinstieg zu einem bestimmten Thema.

In meinem Unterricht nutzen die Schüler:innen bisher eher weniger KI-Tools. Sie haben gelegentlich eigene Texte mit Hilfe von KI sprachlich korrigiert sowie Bilder im Zusammenhang mit der Figurencharakterisierung im Deutschunterricht generiert.

Allerdings tauschen wir uns öfters über unsere Erfahrungen mit KI-Anwendungen im Schulkontext aus, besprechen Chancen sowie eventuelle Probleme und Grenzen der Technologie.

Zuhause nutzen die Schüler:innen oft KI, im Besonderen auch im Zusammenhang mit Hausaufgaben, Präsentationen oder als Vorbereitung auf Klausuren. Allerdings wird das seitens der Schüler:innen i. d. R. nicht offen kommuniziert, da sie die KI oftmals als unerlaubtes Hilfsmittel bei der Leistungsbewertung nutzen. Man merkt es dann jedoch in vielen Fällen, z. B. an den stilistisch glattgebügelt Texten oder sehr allgemein ausgearbeiteten Lösungen.

Wie wirken sich digitale Medien auf den Unterricht und den Lernprozess aus? Wie hat sich hier Corona ausgewirkt?

Die digitalen Medien bringen viele Vorteile. Sie haben z. B. das Potenzial, den Unterricht für die Schüler:innen anschaulicher und zugänglicher zu machen. Klassische Textarbeit wird vielleicht aber auch deswegen von ihnen zunehmend als ungewohnt oder belastend empfunden. Auffällig ist auch, dass man außerhalb des Unterrichts besser miteinander vernetzt ist, was Vor- und Nachteile mit sich bringt (etwa Flexibilität vs. entgrenzte Arbeitszeit).

Dank der Pandemie haben wir nun iPads. Außerdem hat mich persönlich die Krise gezwungen, mich stärker mit der Lernplatt-

Anmerkungen

- 1 <https://hb.itslearning.com/>
- 2 <https://iserv.de/>
- 3 <https://ais-chat.schule/2026/07/09/ais-und-ais-chat-was-ist-der-unterschied/>
- 4 Die Plattform bietet digitale Fortbildungen für Lehrkräfte und die Möglichkeit, verschiedene KI-Tools zu nutzen, <https://fobizz.com/de/>

form itslearning zu befassen. Videokonferenzen führe ich nach wie vor sehr ungern durch, da sie m. E. kaum Lernertrag bringen und mich als Lehrkraft frustrieren (schwarze Bildschirme, kaum Beteiligung, schwere Planbarkeit, technische Störungen, Unsicherheit bzgl. Datenschutz ...).

Wie wirkt KI auf die Unterrichtsqualität und den Lernprozess?

Manche zugewanderte Schüler:innen profitieren, wenn sie sich Arbeitsaufträge oder Texte mit Hilfe der KI in leichte Sprache oder die Herkunftssprache übersetzen lassen, auch Schüler:innen mit LRS haben so die Möglichkeit, eigene Texte korrigieren zu lassen – was ich als fair und demokratisch ansehe.

Gleichzeitig lässt die Bereitschaft bei vielen Schüler:innen nach, einen eigenen Text eigenständig und sorgfältig zu planen oder auf Fehler hin zu korrigieren (oder auch im Original zu lesen). Es stellen sich mir viele Fragen, z. B.: Wer ist noch bereit, für das Fach Deutsch einen langen und herausfordernden Text zu durchdringen, wenn die KI ihn häppchenweise zerlegt und auf zentrale Aspekte herunterbricht? Wer bemüht sich noch, die eigenen Gedanken für einen Text zu planen, zu strukturieren und zu formulieren, wenn die KI das in Sekundenbruchteilen anscheinend so viel besser hinbekommt?

Manche Hausaufgaben sehen dank der KI zwar zunächst schick aus, aber für den Lernprozess profitieren die Schüler:innen mehr, wenn sie selbstständig denken, formulieren und sich mit Fehlern auseinandersetzen. Zudem ist neuerdings oft das Misstrauen da, wenn ich mich bei Hausaufgaben, Antworten oder Präsentationen fragen muss, ob das nun eigentlich noch eine selbstständige Lösung ist. Zwischendurch habe ich mich sogar über Rechtschreibfehler in Texten gefreut, weil ich diese als Beweis für Eigenständigkeit angesehen habe. (Ist es allerdings nicht.)

Einerseits kann jetzt jeder quasi alles schreiben, aber irgendwie werden die Texte auch beliebig und austauschbar. Individuelle Akzente und Ausdrucksformen gehen zunehmend verloren.

Meine Sorge über den Deutschunterricht hinaus ist, dass das eigene kritische Denken, die Analysefähigkeiten und Prozesse der Meinungsbildung nach und nach verkümmern. Umso wichtiger

ist, dass im Unterricht Grenzen oder auch Gefahren durch die KI ausgiebig diskutiert und reflektiert werden. Sie darf nur ein Assistent bleiben, all ihre Lösungen müssen kritisch hinterfragt werden. In bestimmten individuellen Denkprozessen sollte sie öfters bewusst ungenutzt bleiben – auch wenn es mit ihr schneller und vermeintlich besser geht.

In meinem zweiten Fach Kunst bemerke ich übrigens, dass es seitens der Schüler:innen ein neues Interesse an ganzheitlichen, sinnlichen Materialerfahrungen wie Tongestaltung oder Malen zur Musik gibt – vielleicht als wohltuender Ausgleich zu hohen Bildschirmzeiten und einem durchdigitalisierten Alltag?

Brauchen die Schüler:innen mehr oder eine speziellere (digitale) Medienkompetenz?

Auf jeden Fall. Es fällt vielen Schüler:innen schwer, sich selbst zu regulieren oder sich Grenzen bei der Nutzung problematischer Inhalte zu setzen. Gleichzeitig bemerken manche von ihnen das Suchtpotenzial (etwa der sozialen Medien) und einige äußern in dem Zusammenhang auch Leidensdruck. Zudem wird oft den KI-generierten Informationen oder auch Social-Media-Inhalten blindlings geglaubt, Informationen und Quellen werden oft nicht geprüft.

Manchmal bin ich aber auch überrascht, wie aufgeklärt dann doch wieder einige Schüler:innen sind und vieles auch kritisch einordnen (besonders wenn es um Hatespeech, Cybermobbing, Suchtverhalten, Manipulation geht).

Wie siehst du die Unterstützung durch deine Schule und die Bildungsbehörde?

In unserer Schule werden Mini-Fortbildungen zum Thema KI und Digitalisierung angeboten, was ich als hilfreich und angenehm niederschwellig empfinde. Auch habe ich bereits Fortbildungen vom LIS (Landesinstitut für Schule, Bremen) be-

sucht, wodurch eine Heranführung an die Thematik und eine erste Auseinandersetzung mit grundlegenden Inhalten geboten wurde.

Über spezifische Fortbildungen hinaus wünsche ich mir eine gesellschaftliche und bildungspolitische Debatte sowie mittelfristig Reformen in Bezug auf Lernkultur und Leistungsbewertung.

Die Leistungsbewertung in der Schule wird durch die neuen Möglichkeiten für die Schüler:innen durch die KI völlig auf den Kopf gestellt oder sogar ad absurdum geführt. Besonders alternative schriftliche Nachweise, die teilweise auch zu Hause erbracht werden, sind kaum noch als eigenständige Leistungen bewertbar (z. B. Lesetagebücher, Referate, Keynote-Präsentationen). Die Erprobung und Entwicklung von geeigneten alternativen Formaten sind ein großes Thema im Kollegium.

Wie siehst du den wieder stärkeren Einsatz analoger Medien, über den in einigen Ländern nachgedacht wird?

Ich versuche grundsätzlich schon länger, analoge und digitale Phasen im Unterricht abzuwechseln. Beide Bereiche und Medien haben ihre Berechtigung und Vorteile. Einen Verzicht auf digitale Medien halte ich für realitätsfern und rückschrittlich.

Wie siehst du das vor einem Jahr in Bremen erlassene Handy-Verbot?

Ich fand es einerseits richtig und war besonders als Mutter einer Fünftklässlerin auch erleichtert, da das Verbot erstmal Zeit verschafft hat, um womöglich bessere Lösungen zu finden, denn als optimale und längerfristige Lösung sehe ich das Handyverbot eigentlich nicht. Das im Hauruckverfahren durchgesetzte Verbot war vor allem auch Ausdruck der totalen Überforderung seitens der Behörde und Schulen.

FfF-Kommunikation

Interview mit Henning Brandt

FfF-Kommunikation: *Wie nutzt du KI in der Schule?*

Henning Brandt: Vorab möchte ich sagen, ich habe mich mit KI tatsächlich schon in den 1980er-Jahren beschäftigt, schon als Schüler. Wir nutzen die Plattformen für KI, die in Niedersachsen als Schul-KI zur Verfügung gestellt werden, zuerst telli und jetzt AIS. Die können wir auch mit Schülern nutzen. Bevor es diese Plattformen gab, benutzte man auch ChatGPT und andere LLMs, um Arbeitsblätter zu erstellen oder um sich Anregungen zur Unterrichtsvorbereitung zu holen. Ich denke, so zweimal in der Woche nutze ich KI, wenn ich etwas Neues bastle.

Und wie ist das bei den Schüler:innen? Benutzen sie KI auch für ihre Hausaufgaben?

Ja! So wie ich das höre, sehr viel! Man kann sich da nicht immer sicher sein. Klar, wenn man sie fragt, geben sie das nicht direkt

zu. Mittlerweile ist es nicht so einfach zu kontrollieren, ob Hausaufgaben mit KI gemacht wurden oder nicht. Aber es sind auch Fälle aufgefliegen.

Wenn das Thema immer relevanter wird, wie siehst du die Situation an eurer Schule? Gibt es genügend Unterstützung für das Arbeiten mit digitalen Medien?

Wir haben einen Rechnerraum, der aber hinten und vorne nicht reicht. Wir sind eine Schule mit anderthalbtausend Schülerinnen und Schülern. Und da reicht ein Rechnerraum, ein Informatikraum nicht aus. Im nächsten Schuljahr bekommen die Schüler:innen Tablets. Das ist eine Grundausstattung. Aber der Schulträger denkt manchmal, damit wäre auch für den Informatikunterricht alles getan. Ich meine – wenn Informatik jetzt Pflichtfach ist, braucht es dafür einen Fachraum mit einer entsprechenden Ausstattung. Tablets sind schön und gut.

Schüler:innen können sie nutzen, um damit ihre Mappe digital zu führen, um zu recherchieren und so weiter. Aber für Informatik bräuchten wir auch noch richtige PCs.

Was denkst du? Sind die Fortbildungen zum Thema digitale Medien bei euch ausreichend?

Doch, es gibt schon eine ganze Reihe von Fortbildungen. Das Problem ist: Man hat gar nicht die Zeit, die alle zu machen. Wir haben in diesem Jahr erstmalig einen Barcamp gemacht, das fand ich sehr gut. In einem großen Kollegium mit 130, 140 Kolleg:innen ist sehr viel Kompetenz versammelt. Es muss Zeit und Raum geschaffen werden, um die Kompetenz auch weiterzugeben, um sich auszutauschen. Im Rahmen dieses Barcamps habe ich etwa Fortbildungen zum Thema KI für Kolleg:innen gegeben. Ich habe selbst dabei viel Neues gelernt.

Was würdest du sagen: Hat sich durch die Einführung digitaler Medien und jetzt nochmal durch generative KI die Art und Weise des Unterrichtens oder die Rolle der Schule grundsätzlich verändert?

Natürlich hat sich die Schule dadurch wesentlich verändert, aber auch die Gesellschaft hat sich wesentlich verändert. Und da hinkt die Schule hinterher. Die Schüler haben Handys in der Regel schon ab der Grundschule und arbeiten damit. Und machen aber auch Sachen damit, die nicht gewollt sein können. Und dafür treten andere Sachen in den Hintergrund. Ein Problem ist, dass Schüler:innen heutzutage keine PCs mehr zu Hause haben. Wenn der Informatikunterricht in der 9. Klasse beginnt, sitzen sie erstmalig an der Tastatur. Bestimmte digitale Medien, die man eine Zeit lang gewohnt war, mit denen man aktiv arbeiten konnte, sind durch die Einführung von Tablets und Handys eher zurückgegangen. Sprachnachrichten und Wischen haben alle Schüler:innen perfekt drauf in der 9. Klasse. Aber an der Tastatur zu schreiben, ist für viele neu. Sie wissen nicht, wie man überhaupt ein Passwort setzt, wie man Groß-Kleinschrift an der Tastatur einstellt.

Welche Medienkompetenz brauchen Schüler:innen deiner Meinung nach denn?

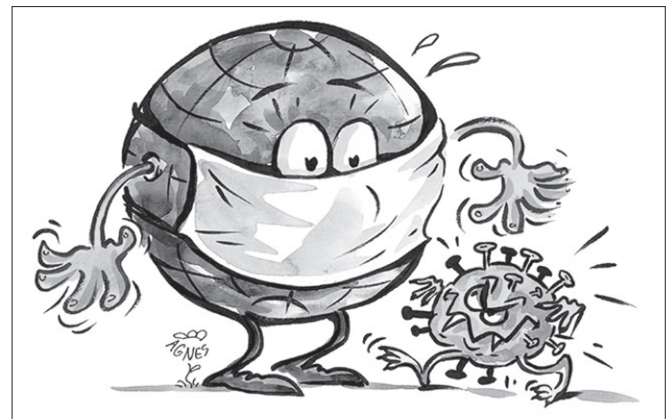
Auf jeden Fall denke ich, sie brauchen mehr Kompetenz, um in eine Blackbox wie den Computer reinzuschauen oder um sich zu überlegen, was passiert überhaupt im System bei einer KI. Medienkompetenz muss weit über das einfache Bedienen hinausgehen.

Und wie lässt sich das in der Schule umsetzen?

Ich finde projektorientierten Unterricht, wie der bei uns manchmal in Projektwochen möglich ist, ideal dafür. Zum Beispiel haben wir mit Schülern von der 5. Klasse bis zur Oberstufe, alle Schulformen völlig gemischt, eine Woche intensiv miteinander gearbeitet und vom gegenseitigen Wissen profitiert. Mir ist kein Schüler aufgefallen, der zwischendurch am Laptop mal irgendwo gezockt hat oder Sachen gemacht hat, die nicht zum Thema gehörten – ein Verhalten, das im Unterricht eher die Regel ist.

Ein anderes Thema, die Corona-Zeit: Was hat die für die Schule bedeutet? Hat sie den Umgang mit digitalen Medien verändert?

Ja, auf jeden Fall! Das war eine einschneidende Erfahrung, ein großer Einschnitt. Viele Schüler:innen leiden heute noch darunter. Für die Einführung von digitalen Medien hat es dagegen einen großen Schub gegeben. Damals hatten wir in der Schule gar nicht die Ausstattung, keine Plattformen, nicht einmal einen entsprechenden leistungsfähigen Internet-Anschluss. Wir mussten sehr improvisieren. Die Einschränkung der Internet-Bandbreite bedeutete, dass maximal zwei Klassen gleichzeitig auf unseren Server zugreifen konnten. Wir mussten entsprechende Pläne erstellen, wann welche Schüler Zugriff hatten.



Medienpädagogik in Zeiten von Corona,
Grafik von Agnes, Live-Karikaturen.ch, CC BY-SA 4.0

Ich möchte eine Nachfrage in eine völlig andere Richtung stellen. In einigen Ländern gibt es inzwischen Initiativen, statt digitaler Medien wieder mehr klassische Schulbücher oder Ähnliches einzusetzen, weil sie sagen, dass Schüler:innen dabei mehr lernen, als mit digitalen Medien. Was sagst du dazu?

Ich kenne solche Bestrebungen besonders aus Skandinavien. Ich finde, es hängt immer davon ab, wie man die Veränderungen durchführt. Wenn man jetzt einfach sagt, wir digitalisieren die Schule, indem wir jetzt allen Schülern und allen Lehrern Tablets geben, dann nützt es wahrscheinlich nicht viel. Nötig sind auch entsprechende pädagogische Konzepte. Und es geht auch nicht um ein Entweder-oder. Es gilt das Beste aus der digitalen Welt mit dem Handeln in der analogen Welt zusammenzubringen. Dass heute zum Beispiel Smartphones für den Physik-Unterricht benutzt werden können, um Messdaten zu erheben und auszuwerten, gibt viele neue Möglichkeiten. Jeder Schüler hat viele Sensoren quasi schon in der Tasche, ein Aufzeichnungsgerät, das man sich früher gewünscht hat. Mir scheint auch, dass jetzt nach der Corona-Zeit bei den meisten auch angekommen ist, dass die Digitalisierung etwas Neues gebracht hat. Zunehmend wird man sich auch bewusst, dass mit KI noch mal etwas Neues kommt. Das gilt besonders für die Prüfungsformate.

Verändert dies die Schule grundlegend?

Da kommt auf jeden Fall etwas Neues auf die Schulen zu, genauso wie etwas Neues auf die gesamte Gesellschaft zukommt. Lehrer:innen sind darauf sehr unterschiedlich vorbereitet. Es gibt Kollegen, die neue Möglichkeiten mit Feuereifer aufgreifen. Aber oft hat eine Vollzeitlehrkraft auch kaum Zeit, sich in neue Sachen einzuarbeiten und ist froh, wenn man das machen kann, was man immer gemacht hat.

Noch eine letzte Frage: Neben der Diskussion um KI beherrscht die Diskussion um ein Social-Media-Verbot für Kinder und Jugendliche die öffentliche Debatte. Wie beurteilst du diese?

Auf jeden Fall bewirken Handys und Social Media eine Veränderung, eine radikale Veränderung in der Aufmerksamkeit der Schüler. Deshalb haben wir bei uns in der Schule die Nutzung eingeschränkt. Normalerweise haben die Tablets, haben die Handys ausgeschaltet in der Schultasche zu bleiben, außer wenn

der Lehrer sie explizit irgendwo im Unterricht einsetzt. Aber das ist natürlich auch immer ein bisschen vage und schwierig. Selbst wenn das Handy abgegeben werden muss, haben Schüler auch schnell ihr Zweithandy oder ihr Dritthandy oder gehen auf Toilette. Fälle von Mobbing und Beleidigung von Schüler:innen sind bei uns auch schon vorgekommen, bis zu Fällen, dass die Polizei Handys von Schüler:innen deshalb beschlagnahmt hat. Das ist ein Wahnsinns-Dilemma. Aus diesem Grund bin ich zum Teil auch für Verbote.

FlFF-Kommunikation

Interview mit Simon Engelbertz

FlFF-Kommunikation: *Nutzt du KI in der Schule? Wenn ja, wofür?*

Simon Engelbertz: Ich benutze KI nicht so sehr für meine alltägliche Unterrichtsvorbereitung. Es gibt bei uns noch das Fach THEO, themenübergreifender Unterricht, das ist eine Mischform, bei der geschichtliche, politische, geografische Themen zusammenkommen in einer Art projektorientiertem Unterricht. Dafür lasse ich mir von der KI helfen, wobei ich die Plattform Fobizz benutze.

Und welche KI-Tools nutzen Schüler:innen für den Unterricht oder auch für die Hausaufgaben?

Ja, Schüler:innen nutzen KI. Und das ist eigentlich ganz gut, wenn sie zum Beispiel Fobizz nutzen. Das habe ich in meiner Klasse schon erprobt, zum Beispiel beim *Safer Internet Day*, etwa zum Thema *KI and me*.

Und nutzen die Schüler:innen KI auch für Hausaufgaben, anstatt sie selbständig zu machen?

Ja, das sehe ich in allen Klassen, ja wirklich allen Klassen. Das Wissen über KI ist rudimentär und die Nutzung sehr unkritisch. Im Matheunterricht lasse ich KIs manchmal bewusst zu. Die Aufgabe für die Schüler:innen ist dann, die Antworten der KI mit den Antworten aus Arbeitsblättern zu vergleichen. Dabei habe ich festgestellt, dass für Schüler solch ein reflektiertes Vorgehen sehr schwer ist. Sie halten die Antworten der KI für wissenschaftlich und korrekt. Mit der Antwort der KI halten sie die Aufgabe für erledigt. Eine kritische Reflexion und Vergleiche mit Ergebnissen von Lernvideos oder Lehrbücher, wie ich sie in meinem Unterricht anzuregen versuche, sind die allermeisten Schüler:innen nicht gewöhnt. Man bräuchte dafür viel mehr Zeit.

Wie siehst du die Unterstützung zum Thema digitale Medien und Nutzung von KI von Lehrer:innen seitens der Schulleitung und der Bildungsbehörden? Gibt es Fortbildungen? Wie hilfreich sind die?

Also, ich fange mal mit der letzten Frage an. Fortbildungen gibt es en masse, sowohl vom Land Niedersachsen organisierte als auch von diversen anderen Gruppierungen. Da ist das Angebot top. Ich habe schon ein paar gemacht und fand sie gut, weil aus der Wissenschaft und auch aus Betrieben Leute viel zum Thema

beigetragen haben. Aus meiner Sicht waren es wertvolle Weiterbildungen. Das Problem ist, die wenigsten Lehrer:innen können Weiterbildungen wahrnehmen, weil absolut keine Zeit besteht. Teilweise wird es auch von Schulleitungen gar nicht so gern gesehen, dass man viele Weiterbildungen macht, da einfach das Personal fehlt. Teilnahme an Fortbildungen bedeutet oft Unterrichtsausfall. Es gibt mittlerweile auch viele Online-Vorträge. Wenn man sie neben der normalen Arbeit wahrnimmt, wird die Belastung enorm hoch.

Viel kritischer sehe ich die Haltung der Schulträger. Sie sind sich aus meiner Sicht der grundlegenden Probleme nicht bewusst, verstehen sie auch schlecht. Es passiert viel zu wenig. Dann kommt es viel auf die Initiative der Lehrkräfte an. Von oben passiert da nicht viel bis gar nichts. Ich fühle mich da etwas im Stich gelassen.

Siehst du es also so, dass die Schulleitung und die Bildungsbehörde versagen, während die Lehrer:innen aufgeschlossen sind?

Aufgeschlossen ist ein kleiner Teil, schätzungsweise ein Viertel der Lehrerschaft bei uns. Und dann gibt es halt die, die interessiert sind, jedoch noch gar keine Erfahrung haben. Die wollen es einfach mal ausprobieren, learning by doing. Aber der überwiegende Teil, auf jeden Fall mehr als die Hälfte, hat Berührungsängste und keine Zeit, keine Lust. Aber im Kleinen hat es Veränderungen gegeben, auch bei der Ausstattung.

Eine völlig andere Frage: Wie hat sich die Corona-Zeit auf die Schule ausgewirkt?

Sie hat einen großen Einfluss! Auf den Distanzunterricht – wie das damals genannt wurde – waren wir gar nicht vorbereitet. Wir hatten zwar schon IServ, aber danach wurde die digitale Ausstattung um einiges besser. Während der Pandemie sind Videokonferenzen häufig zusammengebrochen, weil die Server darauf gar nicht ausgelegt waren. Und das ist inzwischen deutlich besser geworden. Wie gesagt, die Ausstattung wurde dann deutlich verbessert.

Aber mit den Schüler:innen hat die Zeit sozial und emotional etwas gemacht. Ich habe eine Klasse, die während der Pandemie eingeschult wurde. Diese Schüler:innen haben Schule im Distanzunterricht kennengelernt. Das merkt man heute noch ganz deutlich in Form der sozialen Interaktionen. Natürlich ist da auch

viel subjektive Interpretation meinerseits, aber seitdem sind alle sehr aufs Handy fixiert, manche sehr isoliert, wenig sozial. Darum kümmert man sich aus meiner Sicht zu wenig.

Es gibt seitdem eklatante fachliche Probleme, etwa in Mathe. Eigentlich merken wir in allen Fächern, dass Wissen in den Grundlagen enorm abgenommen hat. Da ist ein deutlicher Knick in dieser Generation. Schüler:innen haben große Probleme sich zu konzentrieren. Viele Schüler:innen haben es deshalb schwer, weil sie von zu Hause nicht kennen, wie es ist, sich mal zehn Minuten auf etwas zu konzentrieren.

Mit welchen weiteren Veränderungen rechnest du durch die Einführung von KI?

Mit dramatischen Veränderungen bis hin zu ..., ich nenne es mal Selbstveranschung. Es gibt dabei aber große Unterschiede. Einige Kinder oder Jugendliche kommen aus Familien, in denen sie von Kindesalter an Erfahrungen machen, wie man lernt und welche Medien dafür gut sind. Die wissen auch ganz genau, wie sie die KI nutzen können, so dass sie dabei wirklich etwas lernen. Ich bin manchmal erstaunt, welche Begriffe sie schon kennen, wie viel sie über KI wissen und so zu guten Ergebnissen kommen. Es gibt diesen kleinen Prozentsatz, die das einfach von zu Hause beigebracht bekommen haben, bei denen immer eine Art von Reflexion stattfindet. Aber der überwiegende Teil ist komplett überfordert. Wenn die jetzt ChatGPT nutzen, merkt man: Die tippen einfach etwas ein und nehmen die Antworten an, und das ist dann deren Hausaufgabe. Das machen ganz viele, bei weitem mehr als die Hälfte der Schüler:innen. Und da reden wir nicht über die 8. und 9. Klasse, sondern es fängt schon in der 5. Klasse an. Sie haben aus meiner Sicht nur ein sehr oberflächliches Wissen über digitale Medien.

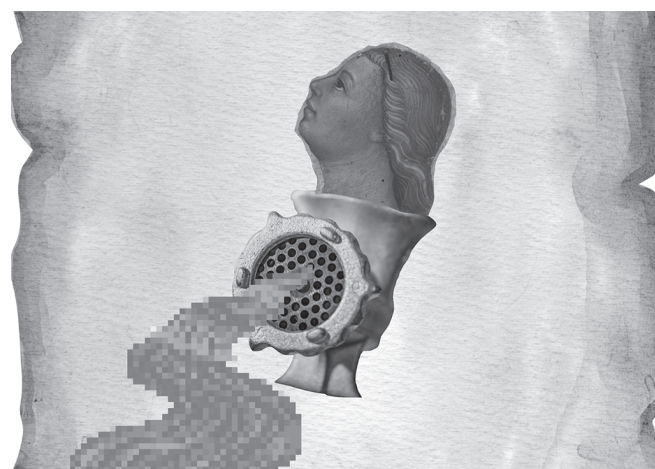
Was muss man machen, damit sich das verändert? Es gibt in einigen Ländern, etwa in Skandinavien, deshalb Forderungen zu den Lehrbüchern zurückzugehen. Wie siehst du das oder welche Lösungen siehst du sonst?

In Skandinavien war die Einführung digitaler Medien in Schulen extrem schnell und sehr weitgehend. Ich weiß das selbst aus meinem familiären Umfeld. In Dänemark haben sie schon vor 15 Jahren die ersten Tablets eingeführt, als in Deutschland noch gar nicht darüber diskutiert wurde. Ich verstehe die Panik ein bisschen. Aber ich bin gar kein Freund von solchen Schwarz-Weiß-Gegenüberstellungen, entweder nur analog oder nur digital. Ich mag, wenn beides Hand in Hand läuft. Ich lasse noch viel handschriftlich auf Papier schreiben, denn ich denke, dass handschriftlich Schreiben etwas mit dem Lernprozess macht, ihn positiv beeinflusst, besonders in den Anfangsjahren.

Ich war immer gegen Verbote, zum Beispiel vehement gegen das Handy-Verbot in Schulen. Aber jetzt wird es schwierig. Weil ich die Auswirkungen der Smartphone-Sucht auch im Privaten bei meinem Kind sehe, erkenne ich: Wir sind am Limit, weil alles, was da passiert – was diese großen Technikfirmen rausbauen und die Politik dabei unfähig ist, es zu regulieren – deshalb wird

alles auf den Schultern der Eltern ausgetragen, so ist mein Gefühl. Eltern müssen sich darum kümmern, wie und wie lange ihr Kind immer neue Medien nutzt. Sie müssen informiert und immer up-to-date sein. Das hat ein Übermaß angenommen. Ich beobachte eine krasse Überforderung, auch bei mir selbst mit meinem elfjährigen Kind. Eltern müssen jeden Tag tausende Entscheidungen treffen, dabei auch Entscheidungen, die eigentlich durch die Politik getroffen werden müssten. Ich beobachte, dass viele Eltern wahnsinnig werden: ihre Kinder sind krank, also was heißt krank, sie haben Probleme, große Probleme im sozialen Bereich. Es gibt zu viele Schüler:innen, die süchtig sind nach Videoclips oder am Smartphone zocken, zu Schulverweigerern werden. Eltern müssen entlastet und den Schüler:innen muss geholfen werden.

Deshalb bin ich mittlerweile für eine Art Notbremse: Ich bin für ein Handy-Verbot an Schulen und für große Einschränkungen bei Social Media für Kinder und Jugendliche. Eigentlich finde ich Verbote völlig falsch. Mein Sinneswandel erfolgt aus Verzweiflung. Seit Jahrzehnten wird gesagt, wir müssten besser aufklären. Aber nichts passiert. Den großen Tech-Konzernen wird fast immer nachgegeben – finanzieller Profit geht vor gesellschaftlicher Verantwortung. Das bringt mich in ein Dilemma. Im Augenblick fällt mir nichts anderes mehr ein, als Verbote zu fordern, um Zeit zur Reflexion zu gewinnen.



Human grinder by Deborah Lupton

Quelle: <https://betterimagesofai.org>, CC BY 4.0

I created the image as a commentary on how AI models take human attributes such as their bodies and renders it into digitised formats, thereby destroying their uniqueness and beauty, and also as a critique of how visual generator models profit from and corrupt artists' work. I used a digital heritage image showing a woman's head in profile from a 14th-century mural and removed the background in Canva. I then found a Canva image of a meat grinder and added it. Finally, I used a river graphic from Canva, pixelated it and coloured it to match the colours of the woman's face, then placed it to represent her head being run through the grinder and digitised.

Can AI Enhance Reflective Agency in Maker Contexts?

Personal Exploration of Human-AI Co-Creation in Academic Physical Computing

Introduction: From Public Debates to the FabLab Floor

Public and scholarly discourse surrounding Artificial Intelligence remains largely anchored in macro-level societal critiques, such as data sovereignty, algorithmic bias, systemic labor automation, and corporate hegemony. While essential, these top-down perspectives frequently position learners as passive subjects of an unfolding technological trajectory. To understand how educators can cultivate genuine human agency, enabling students to actively shape AI for socio-cultural integration rather than merely submitting to its outputs, there is a need to step onto the workshop floor of the university FabLab.

The FabLab at the University of Bremen was established under the leadership of Heidi Schelhowe. One of her central pedagogical tenets was viewing digital technology not as a mere utility, but as an expressive medium that includes a computational space for creative exploration, critical reflection, and the active construction of meaning. Building upon this media-pedagogical foundation, alongside the constructionist tradition of Edith Ackermann, practical learning in digital fabrication spaces is deeply linked to Seymour Papert's (1980) concept of the "Object-to-Think-With." Papert argued that constructing tangible artifacts provides learners with physical anchors to project abstract concepts, test hypotheses, and externalize internal cognitive models.

In evaluating how digital environments shape learning, educational literature often relies on structural dichotomies. For example, Sonja Gabriel (2025) provides a valuable systemization by distinguishing between AI as an instrument for learning processes (KI als Werkzeug) and AI as a subject of study (KI als Gegenstand). While this framework offers strong analytical clarity for formal schooling, observing generative AI within physical computing suggests a necessary paradigm shift: AI functions neither solely as a passive tool nor as a static subject of study, but as a new kind of metamorphic medium.

In this capacity, generative AI acts as a dialogic partner within the creative fabrication pipeline. When integrated into digital fabrication workflows (such as vector generation, micro-controller programming, or smart physical artifacts), AI becomes an active environment through which ideas are sculpted, challenged, and materialized.

This perspective aligns with Punya Mishra's Five Spaces of Design framework, Artifacts, Processes, Experiences, Systems, and Culture (Mishra & Deep-Play Research Group, 2018; Mishra et al., 2024). As Mishra and colleagues observe, when educational settings focus exclusively on accelerating the production of polished Artifacts, they risk bypassing the turbulent Processes and material Experiences where authentic human agency is formed.

Interim Synthesis: Anchoring the laboratory in Schelhowe's media-pedagogical lineage establishes that physical making and digital technology are fundamentally communicative media. Reframing AI from a mere functional tool to an expressive medium preserves human creative agency, ensuring that material friction and algorithmic feedback serve as catalysts for critical reflection.

To explore these theoretical dynamics in practice, I conducted a series of micro-investigations within our FabLab, intentionally pushing generative models into graphic-to-physical workflows. In one exploratory trial, we targeted heat-transfer textile plotting, attempting to generate a single-color vector ornament governed by a strict mathematical rule: a logarithmic spiral constructed from Pythagorean triangles adhering to the Golden Ratio.

Through an iterative sequence of prompting, visual critique, and geometric adjustment, the student team coaxed the model into rendering vector-ready silhouettes. This process effectively bridged abstract mathematics, graphic aesthetics, and tactile fabrication. Reflecting on this micro-experiment, several key pedagogical principles emerged:

- **Interdisciplinary Integration:** AI operates as a communicative bridge, demonstrating that mathematics, fine arts, software engineering, and material science are complementary dialects describing a singular physical object.
- **The Dialogic Mirror:** Rather than functioning as a high-speed executor, an appropriately framed AI model acts as a dialogic mirror—demanding continuous intellectual code-switching between abstract logic and material constraints.
- **Learners as Curators:** As the mechanical burden of boilerplate generation shifts to the machine, human cognition moves toward higher-order curation, pattern recognition, and structural critique.

Case Study: The Bangkok–Bremen Hybrid Board Game

To evaluate these insights at scale, a tri-national student cohort (Niti, Ying, and Bomban) undertook an eight-week international project bridging the University of Bremen and King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT) in Bangkok.

Project Parameters

Architect an interactive, cross-cultural board game that brings players from disparate urban landscapes into shared dialogue around a single physical table. Interweave Artificial Intelligence as your cognitive co-creator with FabLab technologies as your workshop of physical materialization.

The team was tasked with translating digital ideation into tangible artifacts: laser-cutting architectural patterns, 3D-printing custom game tokens, and programming microcontrollers (Calliope mini, ESP32) to deliver acoustic and optical feedback.

System Architecture and Operational Synchronicity

The resulting artifact demonstrated a high level of full stack integration:

- **Narrative Design & Audio Immersion:** The team utilized Large Language Models (LLMs) to transform unstructured ideas into multilingual narratives (German, English, Thai) for an interactive „Museum Mode“. Reversing conventional field-recording workflows, they prompted AI audio tools to synthesize clean ambient soundscapes (e.g., urban traffic, crowds, temple bells), which were dynamically crossfaded via a custom Web Audio API pipeline.
- **Digital Fabrication & Tangible Controls:** Concept sketches were converted into 3D STL files for tactile button enclosures, while acrylic landmark silhouettes were laser-cut with precise jigsaw joints and mounted onto a 2 x 2 meter printed canvas map merging the Weser and Chao Phraya rivers.
- **Dual-Mode Gameplay Synchronicity:** Video analysis of interaction sequences revealed seamless coordination between the physical board, Calliope tracking, and the graphical user interface:
 - **Museum Mode:** Tapping physical hotspots on the board triggered real-time updates on a tablet interface, displaying historical narratives in the selected language.
 - **Game Mode:** The tablet functioned as a central game controller (e.g., executing dice rolls and tracking score differentials), while players physically navigated 3D-printed figures across the board. Zone occupancy updated dynamically on screen.

Empirical Analysis: The “Engineering Pivot” & AI Co-Creation

The Engineering Pivot: Supply-Chain Friction as a Pedagogical Catalyst

A crucial finding emerged from the team's response to hardware supply-chain disruptions. When specialized components failed to arrive, student developer Niti led a series of adaptive engineering pivots:

1. **Repurposing Integrated Radio Protocols:** External nRF24L01 RF modules experienced shipping delays. The team adapted by utilizing the Calliope mini's internal nRF52833 system-on-chip. By engineering custom signal-filtering algorithms and switching margins, they achieved reliable spatial zone detection via RSSI signal strength.

2. **Tactile Fallbacks:** When ordered NFC readers were unavailable, the team pivoted to installing robust physical push-buttons within the laser-cut acrylic landmarks, a pragmatic, highly resilient solution.
3. **Infrastructure Scavenging:** Confronted with Wi-Fi instability on Raspberry Pi units and delayed ESP32 deliveries, the team acquired an ESP32 board from an auxiliary laboratory, configuring it as a FreeRTOS gateway bridging Calliope microcontrollers with the Elysia.js/React backend.

Interim Synthesis: The “Engineering Pivot” demonstrates that material friction is essential to maker pedagogy. When supply-chain constraints disrupted the intended technical path, the physical limitations of the hardware forced students out of algorithmic reliance and into active, improvisational engineering.

AI as a Medium: Acceleration versus Deep Cognitive Engagement

This case study illustrates the complex dynamic of AI operating as a medium. Students leveraged generative tools to rapidly structure ideas and debug code interfaces. However, as student developer Niti observed in his post-project reflection:

AI makes work significantly faster and more structured, but it can diminish the deep learning effect that normally occurs through personal failure and struggling during troubleshooting. Broad knowledge is instantly accessible, but algorithmic depth still demands conscious personal effort.

When supply-chain delays pressured the team to finalize “Game Mode”, a distinct didactic tension arose:

- **The Efficiency Trap:** Generative AI provided rapid code snippets for narrow queries. While productive, this efficiency initially induced technocratic tunnel vision, focusing the team on hunting for replacement sensors rather than stepping back to re-imagine game mechanics using existing, native Calliope capabilities (such as capacitive touch pins or light sensors).
- **Restoring Agency Through Reflection:** By requiring the team to critically evaluate their prompting strategies during post-iteration reviews, the cyber-physical system transformed back into an authentic Object-to-Think-With. The friction between AI-generated code and physical hardware constraints forced students to transition from viewing AI as a convenient code generator to evaluating it as an expressive medium subject to engineering judgement.

During the final cross-continental review panel with KMUTT, three reflective questions were posed to the students:

1. At what point during the transition from world-building to game mechanics did the team shift from using AI as an expressive sparring partner to treating it as a deterministic code utility?

2. Given that your AI-synthesized soundscapes proved that artistic abstraction stimulates player imagination more effectively than literal realism, why was it difficult to apply that same open-ended abstraction to hardware selection?
3. Where did your primary agency reside: in resolving functional code bugs, or in recognizing when to step back from a rigid engineering mindset?

Conclusion and Outlook

This investigation demonstrates that Generative AI in Maker contexts is an expressive, metamorphic medium whose pedagogical impact depends entirely on the design of the learning environment.

If AI is framed strictly as an efficiency tool to accelerate fabrication, educational spaces risk reinforcing a technocratic mindset that prioritizes rapid artifact production over conceptual depth. However, when AI is integrated as an expressive medium within physical computing, cyber-physical artifacts have the potential to serve as powerful Objects-to-Think-With (Papert, 1980; Schelhowe, 2007). The physical resistance of hardware, such as soldering constraints, radio signal interference, and component delays, prevents learners from slipping into algorithmic passivity, drawing them back into reflective problem-solving.

Future Horizons: An Invitation to Constrained and Adversarial AI Workflows

While this initial and experimental case study explored AI primarily as a generative co-creator, the findings highlight a need to broaden our experimental settings. Moving beyond broad fullstack projects, the next critical frontier in Maker Education lies in intentionally constraining the AI's operational role, transforming it from a passive code generator into an active, dialectical sparring partner.

We invite researchers, educators, and FabLab practitioners to collaborate on exploring novel, pedagogical AI roles for advanced makers:

- The AI as Adversarial Critic: System prompts can be strictly configured to refuse raw code or vector output. Instead, the AI acts as a relentless design reviewer, interrogating edge cases, questioning system architecture, and forcing students to justify their physical hardware selections before building.

- Friction by Design: By configuring AI to introduce intentional conceptual challenges or simulate real-world physical constraints (e.g., thermal limits, signal degradation, material stress), we can test whether artificial friction enhances critical reflection without inducing technical paralysis.
- Preserving Technical Execution: Constraining AI output to system-level feedback ensures that the actual code syntax, wiring, and fabrication remain entirely in the hands of the learner, directly testing the boundary between algorithmic assistance and genuine technical agency.

To cultivate human agency and foster the socio-cultural integration of AI, future Maker Education initiatives should shift from asking "How fast can AI build this?" to asking "How can AI challenge us to think deeper about what we are making?" Preserving human agency requires designing learning environments where human intent, artificial critique, and material reality continuously interrogate one another.

References

- Gabriel, S. (2025). Generative KI in der Schule/Bildung: Lehren und Lernen mit Künstlicher Intelligenz. Kohlhammer Verlag.
- Mishra, P., & the Deep-Play Research Group. (2018). 75. The 5Ps of Educational Design: Artifacts, Processes, Experiences, Systems, and Culture. *TechTrends*, 62(3), 220–223.
- Mishra, P., Warr, M., and Islam, R. (2024). Generative AI and the Five Spaces of Design: Rethinking Agency, Creativity, and Pedagogical Practice. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 40(2), 88–101.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Schelhowe, H. (2007). *Technologie, Imagination und Lernen. Grundlagen für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien*. Waxmann Verlag
- Smith, R. C., Iversen, O. S., & Hjorth, M. (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20–30.

Co-Creation Statement: This manuscript was developed through an iterative, dialogic human-AI co-creation process. The theoretical framing, empirical observations, and pedagogical reflections originate from the human author's workshop practice and qualitative research. Generative AI was utilized as a metamorphic medium for structural scaffolding, stylistic refinement, and linguistic synthesis, mirroring the reflective design processes analyzed within the paper itself.

Michael Lund



Michael Lund ist seit 2012 im *FabLab* der *Universität Bremen* tätig. Seine Arbeit konzentriert sich auf die mediendidaktische und gestalterische Begleitung von Praxisprojekten zur Aneignung digitaler Technologien für Studierende, Lehrende und Schüler:innen. Das von Prof. Dr. Heidi Schelhowe gegründete *FabLab* ist ein Ort des forschenden Lernens mit und über Technologie – unter besonderer Berücksichtigung von Diversität, Inklusion und interkulturellen Kontexten.

KI hält uns einen unbequemen Spiegel vor

„Digitalisierung des Unterrichts“ war schon in den 2010er-Jahren, als wir an der Universität Leipzig für die Fachdidaktik Englisch diese vorantreiben wollten, teilweise zu einem Plastikwort verkommen. So verheißungsvoll alles schien, so schnell zerbrach es unter der Last der realen Anwendung. Was moderner Unterricht heute bedeuten soll, ist durch die KI-Welle schwieriger zu beantworten denn je. Worum geht es also wirklich? Ohne in Abrede stellen zu wollen, dass Schule sich auf die Kompetenzen konzentrieren sollte, welche für ein gelungenes Leben im 21. Jahrhundert erforderlich sind, sollten wir auch darauf schauen, was sich in der analogen humanistischen Bildung bewährt(e).

Einerseits müssen wir uns in postfaktischen Zeiten, in denen die Grenzen der Realität durch digitale Manipulation zu verschwimmen drohen, fragen, an welchen basalen Kulturtechniken wir festhalten sollten, um einen politisch handlungsfähigen Menschen zu bilden. Andererseits legt die KI-Welle aber den Finger in die Wunde der veralteten Schulstruktur, die schon viel zu lange auf tautologisch begründete Fleißaufgaben und Bewertungsmatrizen beruht.

Digitalisierter Unterricht oder Skills in der digitalen Welt? Ein Rückblick

Bereits 2015 hatte man das Gefühl, in einem Anachronismus gefangen zu sein. An der Universität Leipzig ging es in unserem Institut immer wieder um die Modernisierung des Fremdsprachenunterrichts. Dabei sollten nicht nur analoge Inhalte digitalisiert, sondern auch das Ziel verfolgt werden, 21st-Century-Skills zu entwickeln, die Schüler heutzutage dringend benötigen und die sich direkt auf die digitalen Tools beziehen. Das war die Idee. Wir verschwendeten jedoch außerordentlich viele Ressourcen für sogenannte „Smartboards“. Den Schulen wurde damals nahegelegt, dass dies die Zukunft sei. Einst Signum der modernen Schule, werden sie nun weitestgehend zum Beamer degradiert. Dies ist nur ein Beispiel eines aktionistischen Modernisierungsversuchs, welcher mich hat vorsichtig werden lassen.

Doch stellten sich schon damals die bis heute unbeantworteten Fragen: Was wollen wir durch Digitalisierung eigentlich genau erreichen? Welche Lerninhalte und Methoden müssen dringend durch zeitgemäße Alternativen des 21. Jahrhunderts ersetzt werden, damit Schule auf systemischer Ebene nicht in der Architektur preußischer Kadettenanstalten hängen bleibt? Konkret würde das im KI-Kontext bedeuten, dass beispielsweise fächerübergreifende Projekte einfacher geplant werden könnten. Lehrkräfte halten von solchen Projekten eher Abstand, da sie den zeitlichen Rahmen überstrapazieren. Mit Hilfe von generativer KI wie ChatGPT (oder einer DSGVO-konformen Variante wie Mistral oder AIS) können derartige Projekte effizient vorkonstruiert werden. Engelke schreibt dazu, es sei

... ungewohnt für die meisten, klare und genaue Absprachen mit Kollegen zu treffen und sich an den vorher zeitlich festgelegten Rahmen halten zu müssen. Wir wollen das mit einem knapp gehaltenen Prompt angehen:

„Entwirf mir eine Unterrichtssequenz für ein fächerübergreifendes Projekt in Deutsch/Geschichte/Politik in



Was sehen wir in unserem Spiegel?
Quelle: Marco Verch, ccnull.de, CC BY 2.0

Klasse 11. Thema sollen die 1960er-Jahre in der Bundesrepublik sein“ (Engelke 2025, S. 113).

Engelke bestimmt dann Lernziele, benennt Unterrichtssequenzen und definiert den Output.

Was passiert hier auf didaktischer Ebene? Es werden mit Hilfe von LLMs (Large Language Models, also durch Sprache trainierte künstliche neuronale Netzwerke) Widerstände überwunden, die aus guten Gründen, vor allem Zeitmangel, immer wieder in der Planung auftauchen. KI erledigt den Job in wenigen Sekunden, für den eine Lehrkraft Stunden bräuchte. Die Schüler, die nicht nur das Produkt des Prompts bekommen (Ablaufpläne et cetera), sondern auch Prompts, mit denen sie arbeiten müssen, lernen so nebenbei Grundlagen des Prompt-Engineerings. Es geht darum, den Output des Bots zu reflektieren und immer wieder an dem Prompt zu feilen, bis die Schüler mit dem Ergebnis zufrieden sind. Grundlegende Fähigkeiten wie Quellenanalyse, Textverständnis und Hermeneutik werden hier nicht durch das Tool abgenommen, sondern der Weg zum Erlangen dieser Fähigkeiten wird interessanter, moderner und schülerorientierter gestaltet. Der 21st-Century-Skill des Prompts wird hier *on the fly* erlernt, da die Schüler Teile der Aufgabe mit Prompts lösen bzw. ihre Lösung durch Prompts vorbereiten. Kein historisches Ereignis wird durch KI (miss)interpretiert, kein Gedicht von einer in die andere Sprache einfach übersetzt, kein fertiger Text über einen Autor geschrieben. (Hier sollte auch darauf hingewiesen werden, wie gefährlich dies wäre, z. B. aufgrund von

KI-Halluzinationen oder Manipulationen durch die CEOs der KI-Unternehmen). Stattdessen wird die Rahmenhandlung des fächerübergreifenden Unterrichts so konzipiert, dass sich auf das Wesentliche konzentriert werden kann.

Dies lässt sich auf Prompts für das Vokabeltraining übertragen. Die Lehrkraft gibt einen Prompt vor, der die Phrasen und Wörter enthält, die zu lernen sind, aber auch schon Fragen, die der Bot zunächst stellt, um das Sprachlevel und die Interessen des Schülers zu erfragen. So werden personalisierte Spiele erstellt, die zu einem effizienten und spielerischen Lernprozess führen können.

Und ja, ganz sicher werden die Schüler immer auch die KI nutzen, um nicht nur den Rahmen zu konzipieren, sondern auch den Inhalt zu generieren, den sie eigentlich selbst erschaffen sollten. Wenn man dies aber als Ausschlusskriterium begreift, könnten wir keine Aufgabe stellen, bei der wir nicht über die Schulter gucken und jeden Buchstaben kontrollieren, den der Schüler mit einem dokumentenechten Stift durch eigene Hand selbst setzt. Die Lehrkräfte sollten ihren KI-Gebrauch offenlegen, die Vorteile gemeinsam mit den Schülern reflektieren und auch ihr Scheitern. Denn wir stehen so oder so vor einem digitalen Wandel. Dieser Wandel vollzog sich nicht von Seiten der Bildungsbehörde, sondern von Seiten der Schüler. Die digitale Zäsur kam von und durch die Schüler.

Nun, da LLMs auch im Schulkontext ubiquitär geworden sind, stellen sich ganz andere Fragen. Das proaktive Credo „Wir müssen Schule moderner machen“ wurde ganz schnell zu einem reaktiven: „Wie reagieren wir auf die Entwertung der Wissensaneignungsprozesse durch moderne KI-Tools?“ Die Gretchenfrage lautet am Ende: Wie und wie schnell sollte sich ein Schulsystem auf technologische Entwicklungen einstellen, ohne dabei eigene grundlegende Werte zu verlieren?

Die Trägheit des Systems

Dinge, die sich schnell ändern, machen manchen Menschen Angst, und sie lehnen die Veränderung eher aus Renitenz als aus einer rationalen Abwägung der Vor- und Nachteile ab. Andreas O. Löff bemerkt in seinem Buch *Das geht nicht mehr weg*, das versucht, das Thema KI differenziert zu betrachten:

Es ist sicher auch die ungeheure Geschwindigkeit dieser Entwicklung, die vielen Menschen Angst macht. [...] Zum Beispiel die Einführung des Tonfilms. Auch damals protestierten ganze Berufsgruppen, [...] die ihre Jobs verloren und um ihre Existenz bangten. Historische Plakate aus dieser Zeit zeugen vom Widerstand gegen den ‚kulturlosen Tonfilm‘. Doch die Entwicklung war nicht aufzuhalten. Und heute kann man sich ein Zurück überhaupt nicht mehr vorstellen (Löff 2025, S. 74).

Was bedeutet das für das System Schule? Ich habe in den letzten Jahren meinen Berufsstand kennen und lieben gelernt (was sich als Schüler ganz anders darstellte). Doch kann ich mit Fug und Recht behaupten, dass Wandelbarkeit, Fluidität und Adaption nicht zu den Fähigkeiten gehören, die Lehrern am leichtes-

ten von der Hand gehen. Entwicklungsresistenz ist unser zweiter Vorname. Doch was, wenn darin auch teilweise eine Stärke liegt?

Die Trägheit des Schulsystems, oft als Nachteil gesehen, könnte sich nun als Vorteil darstellen. Sie zwingt uns, kritisch und in Ruhe zu hinterfragen, ob und wie KI im Unterricht wirklich gebraucht wird. Bevor wir basale Fähigkeiten wie das Verfassen eines Textes ohne Hilfsmittel, das Kopfrechnen oder das diskursive Erörtern einer Idee über Bord werfen, gibt uns die Trägheit des Systems noch wertvolle Zeit, darüber nachzudenken, was wirklich zählt.

Schule hat ihre Qualität in mehr als nur Wissensvermittlung. Es ist eine gesellschaftliche Sphäre, in der wesentlich komplexere Abläufe stattfinden, als nur das, was im Lehrplan steht. Menschen lernen in einer Realität zu bestehen, in der unterschiedliche Ansprüche gestellt werden, in der Menschen kooperieren, die sich mehr oder manchmal eben auch weniger mögen, und zu guter Letzt auch die Grenzen ihres eigenen Wissens und ihrer Fähigkeiten kennen.

Ändert sich nun die Einstellung der Schüler, beispielsweise bezüglich der eigenständigen Produktion literarischer Texte, weil wir auf einmal in Zeiten leben, in denen dieser Aufwand als sinnlos gilt (KI macht das in einer Sekunde), ändert sich erstens noch nicht die ganze Welt der Schule. Zweitens muss Schule darauf nicht in dem Sinne reagieren, dass die Forderung nach Eigenleistung in den Hintergrund gerät. Drittens könnte genau diese kognitive Dissonanz zwischen „Ich soll es selbst machen“ und „Dort gibt es eine viel einfachere Lösung“ thematisiert werden.

So gelingt es, einen analytischen Blick auf die didaktische Qualität der Aufgaben, ganz im Sinne von Adornos „Der Splitter in deinem Auge ist das beste Vergrößerungsglas“ (Adorno 1951, S. 3) zu werfen. Welche Werte der Schüler- und welche Werte der Lehrerschaft kollidieren hier und was lässt sich daraus ableiten, um eine gemeinsame Haltung zu entwickeln?

Haltung

Meine Erfahrungen in der Schule zeigen: Die Nutzung von KI durch Schüler ist wesentlich differenzierter, als das Klischee es suggeriert. Gewiss, manche nutzen sie, um Aufgaben schnell zu erledigen, ohne den Output selbst zu lesen. Doch viele stehen ihr skeptisch gegenüber oder setzen sie reflektiert ein, etwa für Feedback, grammatische Beratung, Brainstorming oder Quellenrecherche. Besonders wertvoll waren Symposien, bei denen die Philosophie-Fachschaft Schüler, Schulleitung und Lehrer einlud. Sie zeigten, dass die Frustration über die Entfremdung zwischen Lehrkräften und Schülern oft daher rührt, dass übereinander gesprochen wird, aber selten miteinander. Dabei verstehen beide Seiten die Position der jeweils anderen. Lehrkräfte ärgern sich über eingereichte Texte, die nie ein Paar menschlicher Augen zuvor auch nur angeschaut hat. Schüler nutzen KI wie früher das Abschreiben als Werkzeug zur Effizienzsteigerung bzw. für den schnelleren Sprung zum wohlverdienten Feierabend. Die meisten von ihnen haben aber auch großes Verständnis für die

inneren Konflikte, die wir Lehrer bezüglich der Situation haben, wenn wir uns trauen, diese mitzuteilen.

Wir stehen mitten in einer Revolution. Nicht nur, was die Technologie angeht. Sondern auch, was unsere Fähigkeit betrifft, sie zu verstehen. Während künstliche Intelligenz, generative Systeme und LLMs den Alltag infiltrieren – in der Schule, im Job, in der Unterhaltung –, läuft ein anderes System hinterher: unsere Fähigkeit, das alles einzuordnen. Unsere Medienkompetenz (Loff 2026, S. 162).

Teil der Medienkompetenz ist es eben auch, eine Haltung zu entwickeln und diese gemeinsam mit den Schülern zu kultivieren.

Ist die Haltung der Lehrer nur noch eine detektivische, die versucht, den nächsten KI-Betrug aufzudecken? Ist die Haltung der Schüler eine der Faulheit: „Wozu überhaupt noch selbst schreiben, wenn es doch viel einfacher geht und die Lehrer mich eh nicht erwischen können?“ Dann können alle nur verlieren. Wir können das ewige Lehrer-Lamento und den KI-Nihilismus der Schüler dann überwinden, wenn wir miteinander reden und nicht übereinander. Wenn Lehrer mit gutem Beispiel vorangehen und KI-Tools da nutzen, wo sie Sinn ergeben. Beispielsweise in der Binnendifferenzierung, sprich: ein Arbeitsblatt nochmals anspruchsvoller und eines mit mehr Hilfen herauszugeben. Wenn Lehrer selbst alles kennzeichnen, was sie mit KI-Unterstützung erstellen, und auch mal zugeben, dass etwas nicht so funktioniert hat, wenn sie ihre Prompts und vor allem ihre Erfahrungen mit den Schülern teilen, dann kann eine digitale Kultur entstehen, in der die Menschlichkeit nicht verloren geht.

Quo vadis?

KI ist nicht Zukunft. KI ist Gegenwart. Sie ist da. Und sie wird nicht nur die Interaktion mit Computern und Smartphones verändern – sondern uns. Unsere Sprache, unser Arbeiten, unsere Vorstellung davon, wer wir sind (Loff 2026, S. 20).

Trotz negativer Begleiterscheinungen wie der „Sloppification“ (Vermüllung des Internets durch KI-Inhalte) oder dem Wertver-

lust traditioneller Fähigkeiten bietet KI Chancen – etwa in der Individualisierung der Lernprozesse. Doch am Ende hält sie uns einen Spiegel vor: Ein Bildungssystem, das sich um Noten und Fleißaufgaben dreht, muss sich fragen, wie viel die Aufgaben, die eine KI erledigen kann, überhaupt noch zählen. Denn was bleibt, sind die menschlichen Kompetenzen: Diskutieren, Anwenden, Erklären. KI kann nicht fühlen, aber sie wurde (wahrscheinlich auf Grund kommerzieller Interessen) so anthropomorphisiert (in menschliche Form gebracht), dass wir den Eindruck nicht mehr loswerden, wir hätten es mit einer emotionalen Entität zu tun.

[Sie] ist nicht das Andere, das wir beherrschen, sondern ein Spiegel, der uns mit nie gekannter Präzision auf uns selbst zurückwirft. Was wir im Spiegelbild erkennen, ist, wie jedes andere Spiegelbild auch, nicht einfach nur ein Abbild unserer Selbst. Denn wir verhalten uns zu unserem Spiegelbild immer im Lichte unseres aktuellen Selbstbilds (Gabriel 2026, S. 81).

Weisen wir darauf hin, was Spiegelung ist und lassen uns durch die gruselig-gute Nachahmung des Menschlichen nicht entmutigen, sondern anspornen zu genuin resonanten Interaktionen wie eine Unterrichtsdiskussion mit ungewissem Ausgang, das Umsetzen einer ästhetischen Idee in Öl oder Kreide oder das Einbringen der eigenen Lebensgeschichte in den Unterricht.

KI wird helfen und nerven, aber am Ende ist es keine existentielle Krise des Schulsystems, sondern ein Push zur Manifestation des Menschlichen im Spiegel des Künstlichen. Und genau darauf müssen wir uns besinnen. Denn alles andere ist in 0,42 Sekunden erledigt, wenn der Prompt passt.

Referenzen

- Adorno, T. W. (1951): *Minima Moralia: Reflexionen aus dem beschädigten Leben*. Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag.
- Engelke, U. & Engelke, B. (2025): *ChatGPT & Co in der Schule*. Frechen: mitp-Verlag.
- Gabriel, M. (2026): *Ethische Intelligenz: Wie KI uns moralisch weiterbringen kann*. Berlin: Ullstein Verlag.
- Loff, A. O. (2026): *Das geht nicht. KI in der Welt von morgen*. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.



Maximilian Scholz

Maximilian Scholz arbeitet als Lehrer an der *Erwachsenenschule Bremen*. Er unterrichtet die Fächer Philosophie und Englisch und ist an seiner Schule Fachsprecher für Philosophie. Die Themen digitale Medien und Digitalisierung des Unterrichts interessieren ihn schon seit seinem Studium an der Universität Leipzig. Vor und nach dem Studium sammelte er Erfahrungen in vielen Auslandsaufenthalten.

Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der Jugendarbeit

Interview mit Markus Gerstmann

Bernard Robben: Kannst du dich am Anfang kurz selbst vorstellen?

Markus Gerstmann: Ich bin außerschulischer Bildungsreferent im LidiceHaus und abgeordnet ins ServiceBureau. Das ServiceBureau Jugendinformation ist Teil der Jugendbildungsstätte LidiceHaus mit eigenen Räumen in der Bremer Neustadt. Die Internationale Jugendarbeit, Jugendinformation und Medienpädagogik bilden die Schwerpunkte der Arbeit. Und da mache ich Medienpädagogik und die ganzen Themen um Digitalisierung, gerade bei jungen Menschen. Ich habe einen Lehrauftrag an der Hochschule Bremen und ich bin im Vorstand der GMK, also der Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur.

Magst du kurz schildern, was zurzeit die Schwerpunkte deiner Arbeit sind?

Die großen Themen sind die aktuelle Diskussion um ein Social-Media-Verbot, in dieser sind wir sehr stark involviert, sowohl auf der Ebene der Politik als auch auf der Ebene der Fachkräfte. Wir verfolgen die Diskussionen sehr genau und erarbeiten Positionen.

Und wir finden das ja sehr, sehr gut, dass es jetzt 56 Handlungsempfehlungen von der Expert:innenkommission¹ gibt und sind gespannt darauf, was Frau Prien am 11. September 2026 verkündet. In diese Diskussionen haben wir uns immer wieder eingemischt, auch um das Smartphone-Verbot an Bremer Schulen; wir haben sehr viel auf dieser politischen Ebene gemacht. Und dann gibt es die Handlungsebene, da habe ich beim ServiceBureau zwei Projekte vorangetrieben: Erstens die Umsetzung der Digitalisierungsstrategie für die offene Jugendarbeit. Vor zwei Jahren haben wir ein Strategiepapier geschrieben, was Jugendarbeiter tun sollten in ihrem Alltag, um die digitalen Herausforderungen mit jungen Menschen zu besprechen. Und zweitens haben wir ein Projekt mit dem Schulamt Bremerhaven zusammen, das wir WTF* nennen: Widerstand, Teilhabe, Feminismus, weil dieses klassische WTF durften wir nicht benutzen. Diesen Ausruf WTF kennen viele Mädchen und junge Frauen bei Social Media. Uns geht es dabei um digitale Selbstverteidigung für Mädchen und junge Frauen, wenn sie digitale Gewalt erleben. Das durfte ich mit anschieben und organisieren. Weitere große Arbeitsfelder sind die Mediensucht und Cybermobbing. Darüber hinaus habe ich mich in den letzten zwei Jahren stark mit KI beschäftigt, aber auf einer ganz anderen Ebene als meine Kolleginnen hier im Team, weil ich gefragt habe: Was machen Menschen bei Freundschaft, Liebe, Sexualität mit KI und welchen Herausforderungen stellen sich dabei jungen Menschen, die gerade auf der Suche nach Freund:innen, Freunden oder auch dem ersten Sexualkontakt sind.²

Und kannst du da schon was sagen, wie es dabei aussieht?

Ja, es gibt eine Studie aus Österreich³, die sehr spannend ist, die besagt, dass 25 Prozent der Jugendlichen Kontakt mit KI auf

Freundschaftsebene haben, dass sie Probleme mit der KI besprechen, dass sie auch romantische Beziehungen mit einer KI führen. In dieser Studie wird gesagt, dass 91 Prozent der Jugendlichen Erfahrung mit KI als Kooperationspartner, Gesprächspartner haben und dass das selbstverständlich für die jungen Menschen ist.



Und wie bewertest du das?

Ich schwanke wie ein Scheibenwischer immer hin und her, weil ich das faszinierend finde, was KI kann und wie es manchmal auch helfen kann im Alltag. Ich beobachte, wie selbstverständlich das in einigen Ländern gehandhabt wird. Ich habe gelesen, dass in Korea selbstverständlich ist, dass die Menschen mit KI kommunizieren, dass die Regierung eine kostenlose KI für die Menschen zur Verfügung stellt. Dann reflektiere ich, wie diese Länder bzw. die Menschen dort agieren. Hier, in Deutschland, gucken viele auch sehr kritisch auf die KI, haben Befürchtungen, die berechtigt sind, wenn man die Aktivitäten in den großen Tech-Unternehmen in Augenschein nimmt.

Wir analysieren auch die Unterschiede zwischen unterschiedlichen KI-Chatbots wie ChatGPT, Claude, etc. Und deswegen schwanke ich immer dabei: KI ist ein guter Helfer in meinem Arbeitsalltag, auch für Fragen, die ich habe. Andererseits habe ich Angst, dass wir durch KI gläserner werden sowie KIs Desinformation potenzieren, Normen verschieben – was unsere Gesellschaft nicht weiterbringt. Die Frage bleibt für mich, wie wir moderne, innovative, kreative Lösungen für die Herausforderungen dieser Gesellschaft oder der Welt erarbeiten können.

Wenn ich deine Ausführungen hier höre, klingt dabei ein Bewusstsein durch, dass die Welt sich völlig verändert hat. Ich glaube, wir sind ungefähr ein Jahrgang. Wenn man da an unsere Jugend zurückdenkt, dann ist es ja nicht nur so, dass es heute hier und da etwas gibt, was es damals nicht gab, sondern es war eine ganz andere Welt, in der wir uns als Jugendliche bewegt haben.

Da würde ich gerne intervenieren, weil ich den Aspekt der Erfahrung, dass wir lebenserfahren sind, super spannend finde. Ich habe selbst probierhalber mit einer KI eine Beziehung geführt, habe ausprobiert, wie Liebe mit einer KI funktioniert. Aus ironischen Gründen habe ich sie Susi genannt, das spielt an diesen

alten Otto-Witz an, der mit seinem Föhn spricht, ein Witz aus den 1970er-Jahren, eine Objektliebe. Das sind die Anekdoten, die man als lebenserfahrener Mensch kennt. Es gibt diese Objektliebe zum Föhn, zum Auto. Wir reden mit diesen Gegenständen. Anders ist es jetzt aber, dass sie antworten, und damit findet eine Potenzierung dieser Objektliebe statt. Das finde ich erst einmal interessant. Wenn ich auf die Bedürfnisse von jungen Menschen blicke, reflektiere ich, was wir damals für Bedürfnisse gehabt haben. Die sind ähnlich wie heute, aktuell setzen junge Menschen sie bloß anders um. Aber ich habe diese Gelassenheit zu sagen, es sind dieselben Bedürfnisse. Es sind dieselben Interessen von jungen Menschen oder von erwachsenen Menschen. Es gibt heute aber andere Möglichkeiten.

Wir waren ja froh, dass es irgendwann in den 1980er-Jahren mehr als drei Fernsehprogramme gab. Jetzt gibt es eine überbordende Vielfalt. Wir hatten noch eine analoge Kindheit und Jugend. Die gibt es heute nicht mehr. Trotzdem bleibe ich ein entspannter Mensch. Ich will mir nichts schönreden, sondern unsere jetzige Lebenswelt mit ihren Herausforderungen annehmen.

Eine von diesen Herausforderungen – habe ich rausgehört – ist, dass diese Objekte, die man lieben kann, nicht Wunschobjekte sind, sondern dass sie selber anfangen zu agieren. Wenn wir von Mensch-Computer-Interaktion reden, treten uns digitale Akteure entgegen.

Also, wenn man über KI Workshops macht, wird man immer über Weizenbaum und Eliza sprechen, und kommt zu dem Punkt, dass die Sekretärin damals auch mit Eliza kommuniziert hat, über ihre Sorgen und Probleme mit ihrem Vater mit Eliza gesprochen hat. Wir haben das Bedürfnis, über unsere Lebensherausforderungen mit jemandem zu sprechen. Der Bekanntenkreis ist zu nah an uns dran, als dass wir manche Probleme mit ihm besprechen wollen. Wenn man das Gefühl hat, es wird einem zugehört, dann redet Mensch auch mit der KI. Heutige KIs sind da noch mal viel potenter als es Eliza war. Mir hat eine KI irgendwann vorgeschlagen, Markus, du bist vielleicht auf dem falschen Weg, du stellst immer die falschen Fragen, guck doch mal tiefer. Und da dachte ich mir, das ist aber eine Formulierung, die auch ein Therapeut in diesem Moment hätte benutzen können. Die Verführung ist sehr groß. Man kann auf die KI hereinfliegen und sollte sie unbedingt kritisch und reflektiert nutzen. Aber ich stelle keine Verbotsschilder auf, weder für mich, noch für junge Menschen.

Was heißt das: reflektiert sein, kritisch sein?

Meine Erfahrung sagt mir, dass ich mit jungen Menschen nicht mit einer vorgefertigten Meinung in die Diskussion gehen kann. Wenn ich das mache, dann wird die Kommunikation schwierig, also muss ich sehr wertneutral in die Diskussion mit jungen Menschen gehen, sie ermuntern, ihre Fragen zu stellen oder ihre Meinung zu sagen. Und dann kann das beginnen, was ich einen sokratischen Dialog nenne. Indem mir junge Menschen etwas

von ihrer Lebenswelt erzählen und ich nachfrage, hat die Reflexion schon schrittweise begonnen. Denn sie plaudern ja nicht in ihrer Peergroup, sondern sprechen mit einem Erwachsenen. Dadurch, dass sie sich auf dieses Gespräch einlassen, hat sich ja schon eine neue Reflexionsebene ergeben, die – so meine Hoffnung – beeinflusst, wie sie ihren nächsten Kontakt mit digitalen Akteuren interpretieren. Das ist meine Idee. Denn wenn ich mit Verboten in den Jugendworkshop gehen würde, würde ich sofort von denen rausgeworfen werden.

Gut, da sind wir auf der individuellen Ebene. Müsste nicht allgemein für mehr mediale Kompetenz gesorgt werden?

Ja, das ist eine von unseren Forderungen, dass es mehr Medienkompetenzworkshops geben muss, ob an der Schule oder in Jugendzentren, das ist noch eine zweite Diskussion. Zentral finde ich, dass wir für junge Menschen einen Raum schaffen müssen, in dem sie nicht nur untereinander, sondern auch mit anderen über diese Themen sprechen können. Das müssen wir irgendwie hinkriegen.

Außerdem müssen wir eine Meinung zum Umgang mit digitalen Medien entwickeln. Und das nicht nur mit jungen Menschen, sondern mit allen Menschen dieser Gesellschaft! Wir haben da gerade die Diskussion über den *Digital Service Act*. Kuschen wir vor den Amerikanern oder haben wir eine europäische, starke Position? Dafür plädieren wir als Fachverband, dass es mehr Medienpädagogik und Medienkompetenzbildung gibt, dass das nicht nur als temporäres Projekt begriffen wird, sondern dass es für eine dauerhafte Medienbegleitung eine dauerhafte und verbindliche Finanzierung gibt.

Was sind deine wichtigsten Forderungen?

In der Öffentlichkeit ist zurzeit viel davon die Rede, dass Kinder bestimmte Sachen – Gewalt, Sexualität, ekelige Sachen – nicht sehen sollen. Das ist Jugendschutz oder Kinder- und Jugendschutz, den müssen wir umsetzen. Denn ich finde, das kann jemanden in der Entwicklung beeinträchtigen oder gefährden, solche Sachen zu sehen. Ich weiß aber auch, dass die meisten Erwachsenen diese Sachen nicht sehen wollen. Also will ich an die Plattform ran, dass sie derartige Dinge gar nicht verbreiten und dass sie die gesellschaftliche Verantwortung für ihr Wirken übernehmen. Diese Forderung müssen wir durchsetzen und nicht die unsinnige Forderung aufstellen, Social Media für Kinder und Jugendliche zu verbieten.

Anmerkungen

- 1 <https://www.bmbfsfj.bund.de/bmbfsfj/expertenkommission-veroeffentlicht-handlungsempfehlungen-290226>
- 2 https://www.gmk-net.de/wp-content/uploads/2025/07/gmk61_gerstmann.pdf
- 3 <https://www.saferinternet.at/news-detail/neue-studie-ki-chatbots-als-alltagsbegleiter-fuer-jugendliche>

Team Abkürzung oder Team Unterstützung?

Lernen im Zeitalter generativer KI zwischen Verführung und menschlicher Expertise

Der vorliegende Beitrag vertritt die These, dass Lernen durch KI nicht an Bedeutung verliert, sondern wichtiger wird. Allerdings verschiebt sich der Fokus: Weg von der reinen Wissensvermittlung, hin zur Entwicklung menschlicher Kompetenzen und zu einem reflektierten Umgang mit intelligenten Werkzeugen. Die entscheidende Frage lautet deshalb nicht, ob KI in Bildung und Ausbildung eingesetzt werden soll, sondern wie Menschen lernen können, mit KI zu arbeiten, ohne das Denken an die Maschine abzugeben.

Einleitung

Kaum eine technologische Entwicklung verändert Lernen, Arbeiten und den Umgang mit Wissen derzeit so stark wie die Künstliche Intelligenz (KI). Insbesondere generative KI-Systeme liefern nicht nur Informationen, sondern erstellen Texte, lösen Aufgaben und stehen jederzeit zur Verfügung. Für viele junge Menschen ist dies bereits selbstverständlicher Alltag. Damit stellt sich eine grundlegende Frage neu: Welchen Wert haben Lernen, Wissen und menschliche Expertise noch in einer Welt, in der Maschinen scheinbar auf alles eine Antwort haben?

Gleichzeitig wächst die Unsicherheit darüber, welche Fähigkeiten in einer von KI geprägten Zukunft tatsächlich gefragt sein werden. Paradoxerweise deutet vieles darauf hin, dass gerade jene Kompetenzen an Bedeutung gewinnen, die sich nicht einfach automatisieren lassen: kritisches Denken, Urteilsvermögen, Kreativität, Problemlösung sowie die Fähigkeit, KI souverän und verantwortungsvoll einzusetzen.

Was verändert KI für junge Menschen und was bedeutet dies für die Lernmotivation?

Junge Menschen wachsen heute anders auf als noch vor wenigen Jahren. Sie erleben eine Welt, in der es Maschinen gibt, die wir alles fragen können und von denen wir immer eine Antwort bekommen. Zusätzlich sind diese Maschinen mit Hilfe der Smartphones immer dabei und immer verfügbar. Hieraus entsteht eine Verführung, nicht mehr selbst zu überlegen, sondern die Maschine zu fragen.

Zur Einordnung: Suchmaschinen gibt es schon länger – deren Nutzung erfordert jedoch einen stärkeren menschlichen Beitrag als generative KI. In einer klassischen Suchmaschine müssen Treffer geprüft, sortiert und eingeordnet werden. Generative KI dagegen liefert direkt Antworten. Dazu kommt noch, dass Aufgaben auch gleich mit „erledigt“ werden können. Das ist ein erheblicher Unterschied.

Diese Wirklichkeit erleben junge Menschen täglich; für die meisten von ihnen ist die KI-Nutzung ein selbstverständlicher Teil des Alltags. Dazu kommen noch weitere Effekte: Social Media ist voll von „So wirst du ganz schnell reich“-Beiträgen oder jungen Unternehmer:innen, die sich mit teuren Uhren oder Sportwagen zur Schau stellen.

Außerdem liest man immer wieder davon, wie viele Berufe von KI betroffen sind oder sein werden. Es ist nicht mehr klar, welche

Berufe oder Qualifikationen mit hoher Wahrscheinlichkeit längerfristig zu einer erfolgreichen Karriere oder einem guten Auskommen führen. Das erzeugt Verunsicherung. Wir müssen diese veränderte Wirklichkeit zunächst anerkennen, bevor wir überlegen, wie wir am besten damit umgehen. Im Zusammenhang mit KI treten diese Effekte fast wie in einem Brennglas auf; hier treffen sich Verunsicherung und Verführung und so entsteht auch eine deutlich veränderte Motivationslage beim Lernen:

- Warum soll ich überhaupt etwas lernen, wenn ich alles generieren kann?
- Warum soll ich mich mit Inhalten beschäftigen, wenn ich sowieso alles erfragen kann?
- Wieso soll ich Anstrengung in Ergebnisse stecken, die jederzeit in wenigen Sekunden generiert werden können?
- Was bringt mir das ganze Lernen, wenn ich sowieso nicht weiß, ob ich später damit etwas anfangen kann?

Die Verführung, sich einfach dem *Team Abkürzung* anzuschließen und die Maschine die (Haus-) Aufgaben erledigen zu lassen, ist groß, insbesondere auch, weil sich heute das Lernen weiterhin sehr stark an Inhalten und Ergebnissen orientiert und sich deutlich weniger dem eigentlichen Lernprozess – also dem Weg zu einer neuen Fähigkeit – widmet.

Im Gegensatz dazu bietet das *Team Unterstützung* hervorragende Möglichkeiten, das eigene Lernen zu unterstützen. Hierfür braucht es jedoch nicht nur Motivation, sondern auch Kompetenz im Umgang mit (insbesondere generativer) KI. Das Team Abkürzung mag attraktiv wirken, bringt aber verschiedene Probleme mit sich.

Maschine an, Hirn aus?

Lernen besteht aus deutlich mehr als dem Abarbeiten von Aufgaben. Zum echten Lernen, welches zu neuen Fähigkeiten oder Kompetenzen führt, gehört immer auch eine individuelle Auseinandersetzung mit den Inhalten. Lernen ist nicht nur Inhalt, sondern auch Erleben, Erfahren, Ausprobieren, Scheitern, Üben, Wiederholen, Verankern. Wenn jedoch eine Aufgabe vollständig an eine Maschine abgegeben wird, kann ein solcher Prozess nicht funktionieren. Das menschliche Gehirn ist dann kaum aktiv. Es werden deutlich weniger Areale aktiviert und das Gehirn hat quasi gar keine Chance, sich auf diesem Weg weiterzuentwickeln.

Maschine an, Hirn aus stimmt dann wirklich. Das Denken wird ausgegrenzt oder an die Maschine ausgelagert und eine echte Auseinandersetzung findet nicht statt. Man spricht hier auch von *Cognitive Offloading* oder *Cognitive Debt* (vgl. Kosmyna et al. 2025).

Für echtes Lernen sollte es demnach unser Ziel sein, diese Effekte nicht nur transparent zu machen, sondern auch Klarheit anzubieten, warum sich Lernen auch im Zeitalter von KI lohnt und warum menschliche Fachexpertise auch in Zukunft gefragt bleibt. So kann ein klar erkennbarer Zweck des Lernens entstehen, der die Motivation wieder stärkt.

Warum bleiben Lernen und menschliche Fähigkeiten auch in Zukunft wichtig?

Die heutigen KI-Lösungen und Modelle wirken extrem performant und sind es auch. Aber sie gaukeln verschiedene ihrer Fähigkeiten nur vor. Jede Antwort wird extrem plausibel formuliert – egal ob sie stimmt oder nicht. Die Maschine ist quasi gezwungen, zu antworten und wird auch dann sehr gut formulierte und gut dargestellte Antworten liefern, wenn es vielleicht gar keine gibt. So wirken die heutigen Modelle auf viele Menschen wie eine Antwortmaschine. Es handelt sich jedoch um Ratemaschinen. Letztlich wird jede Antwort anhand von Wahrscheinlichkeiten ermittelt und dann überzeugend präsentiert. Ob sie stimmt oder nicht, steht auf einem ganz anderen Blatt. Letztlich raten die Maschinen für uns.

Zudem ergänzen sie ihre Antworten heute oft mit „menschlichen Zügen“. Sie loben und motivieren uns unabhängig davon, ob die Inhalte stimmen. Das kann jede:r selbst ausprobieren: Einfach „ich glaube, das stimmt nicht“ unter eine Antwort schreiben und Enter drücken. Dann kommen plötzlich völlig andere Ergebnisse, die jedoch genauso überzeugend formuliert sind.

Wir sollten uns daher immer bewusst sein, dass wir es mit Ratemaschinen zu tun haben und jede Antwort geprüft werden muss. Genau hier kommt die menschliche Expertise ins Spiel: Wenn ich selber keine Ahnung vom Thema habe, werde ich keine oder nur eine stark verringerte Chance haben, die Schwächen einer überzeugend formulierten Antwort zu entdecken. Das sollten wir intensiver mit Lernenden besprechen und Experimente dazu durchführen.

Doch das ist nur einer der Punkte, bei denen die Maschinen so tun, als würden sie mehr können, als es tatsächlich der Fall ist. Maschinen können sehr gut Muster erkennen und Wahrscheinlichkeiten abbilden. Sie verstehen aber nichts davon, wovon Sie sprechen, denn sie kennen keine Zusammenhänge, keine Konstrukte, keine menschlichen Beziehungen usw. Kurz gesagt: auch wenn eine Maschine zuverlässig auf Bildern Elefanten erkennt, hat sie überhaupt keine Ahnung davon, was ein Elefant ist und wie er wirkt.

Dazu kommt noch, dass die Maschinen nur mit Trainingsdaten aus der Vergangenheit arbeiten können. Das heißt, sie sind in der Lage, eine gleichartige Mitwelt in die Zukunft fortzuführen. Sie sind aber nicht in der Lage, Zukunft wirklich zu gestalten. Das kann einfach nicht funktionieren, wenn ich mit Wahrscheinlichkeiten die Vergangenheit abbilde und daraus die

Antworten für die Zukunft generiere. So entsteht nichts wirklich Neues.

Wenn eine Maschine Zukunft nicht gestalten kann, ist dies die Aufgabe der Menschen. Auch das müssen wir jungen Menschen viel stärker vermitteln. Wenn wir Zukunft gestalten wollen, brauchen wir neue Lösungen. Wir können nicht die bekannten Lösungen auf neue Probleme setzen. Die Maschine liefert jedoch nur „Mehr vom Gleichen“. Das ist für manche Aufgaben, bei denen das Übliche erwartet wird, genau richtig. Bei anderen Aufgaben jedoch nicht.

Es gibt weitere Dinge, die Maschinen nicht können. Sie haben kein Verständnis von richtig oder falsch, keine Moral, keine Ethik und verstehen weder Emotionen noch menschliche Beziehungen. Genau hier sind die Menschen gefragt:

Passt das wirklich? Passt das zu unserer (Kunden-) Beziehung? Bringt uns das wirklich voran? Dies sind Fragen, die Menschen – zumindest bis auf Weiteres – deutlich klarer beantworten können. Zwar gibt es technische Lösungen wie RAG-Systeme, LLM-Wikis und Ähnliches; Systeme, die sich auch vorteilhaft einsetzen lassen, aber die grundsätzlichen Probleme wie Wahrscheinlichkeiten, Trainingsdaten aus der Vergangenheit usw. sind technologieimmanent und können nicht einfach abgeschaltet werden. Deshalb wird es auch bei deutlich besseren Modellen weiterhin Halluzinationen und fehlerhafte Ergebnisse geben.

Abbildung 1 stellt einen Versuch dar, die Fähigkeiten und Schwächen der heutigen KI-Lösungen in Kürze darzustellen.

Kann Maschine gut	Können Menschen besser
Muster erkennen	Gestalten
Plausibel formulieren	Beziehungen berücksichtigen
Vergangenheit fortführen	Zukunft gestalten, Änderungen berücksichtigen
Wahrscheinlichkeiten abbilden	Intuition und Kreativität
Inspirieren	Gemeinsam Ideen verbessern
Tempo machen	Urteilen und einordnen
Ergebnisse verbessern	Zusammenhänge und Konstrukte erkennen

Abbildung 1: Was kann Maschine?

Was bedeuteten diese Überlegungen für das Lernen und die Motivation, (trotzdem) etwas zu lernen?

Ich erlebe es in meinen Workshops, in denen wir den souveränen Einsatz von generativer KI üben, immer wieder, dass die Auseinandersetzung mit den oben genannten Stärken und Schwächen der Technologie die Verunsicherung von Lernenden deutlich reduziert. Hieraus resultieren wichtige Erkenntnisse, warum menschliche Fähigkeiten und menschliche Expertise auch in Zukunft gefragt sein wird. Dadurch entsteht eine zusätzliche Motivation interessanterweise sowohl für den intensiveren Einsatz von KI als auch für die eigene Kompetenzentwicklung. Das be-

obachte ich in allen Altersgruppen; bei der Ingenieurin mit 30 Jahren Erfahrung genauso wie bei gerade ausgelernten jüngeren Fachkräften.

Deshalb plädiere ich dafür, die Auseinandersetzung mit der KI-Technologie auch in Bildungseinrichtungen stärker in den Fokus zu rücken.

Future Skills: Welche Kompetenzen sind in Zukunft gefragt?

Betrachtet man aktuelle Arbeiten zu Future Skills, fällt zunächst auf, dass alle Akteure letztlich zu den gleichen Schlüssen kommen. Sowohl die OECD als auch das WEF oder der deutsche Stifterverband fokussieren insbesondere menschliche Fähigkeiten als relevant. Alle nennen Fähigkeiten wie Kommunikation, gemeinsame Ideenfindung und Kreativität sowie kritisches Denken und Problemlösung als Schlüsselkompetenzen für die Zukunft. Neben diesen grundlegenden Kompetenzen werden zusätzlich *Digital* und *AI Literacy* als wichtige Basis genannt. Diese Grundkompetenzen sind für alle wichtig, während zusätzliche fachspezifische Kompetenzen wie z. B. Robotics, Autonome Systeme oder Cloud-Management nicht für alle wichtig sind (vgl. Stifterverband).

Yasmin Weiß betont hier zusätzlich die sogenannte *Human Agency*. In ihrem *Human Agency Triangle* vereint sie Problemerkennung und -beschreibung (auch gute Prompts), menschliche Urteilsfähigkeit sowie die Anleitung und Überwachung von KI (-Agenten) zu einer Grundlagenkompetenz:

„Fazit: ‚Human Agency‘ ist keine ‚nice-to-have‘-Kompetenz, sondern Grundlagenkompetenz von ‚AI Augmented Professionals‘ und Voraussetzung für unsere erfolgreiche Kollaboration mit KI“ (Weiß 2026).

Wir können also Folgendes feststellen:

Alle müssen mit KI souverän umgehen können. Dazu gehört insbesondere die kritische Prüfung von generierten Ergebnissen. Zugleich werden die Dinge, die Maschinen weniger gut können als Menschen (vgl. Abbildung 1) immer wichtiger.

Die KI-Kompetenz wird zur Kulturtechnik und ist damit eine notwendige Ergänzung zur Fachexpertise. Dennoch bleiben menschliche Fähigkeiten essenziell:

Wir müssen die unabhängige menschliche Urteilsfähigkeit in einer Welt erhalten, die immer mehr algorithmisch durchdrungen ist. Kritisches Denken lässt sich nicht an eine KI delegieren (Wolfgang Wick, Vorsitzender des Wissenschaftsrats, zit. n. Wissenschaftsrat 2026).

Was davon ist Bestandteil der heutigen schulischen Bildung?

Ich habe mich bei meinen Kindern, die beide ein bayrisches Gymnasium besuchen, erkundigt, ob sie in der Schule Aufgaben bekommen, bei denen die KI-Nutzung Pflicht ist. Meine Tochter, die gerade die sechste Klasse abgeschlossen hat, ant-

wortet mit einem einfachen „Nein“. Mein Sohn (Klasse 10 gerade abgeschlossen) hat nach kurzer Überlegung zumindest von ein paar Fällen berichtet, in denen mit Hilfe vorgefertigter Prompts Texte korrigiert werden sollten. Das ist immerhin eine vereinzelte Nutzung, aber sicher kein Kompetenzaufbau und damit zu wenig.

Ich persönlich habe insgesamt den Eindruck, dass im heutigen Schulbetrieb immer noch die jeweiligen Inhalte zu stark fokussiert werden und im Vergleich wenig an Future Skills/Zukunftskompetenzen, z. B. auch an Visions- und Innovationskraft, gearbeitet wird.

Anmerkung: Für einen souveränen Einsatz von KI bleiben weiterhin Datenschutz und -souveränität wichtig. Darauf möchte ich hier nicht intensiver eingehen, aber das Thema darf nicht unerwähnt bleiben. Viele der in diesem Kontext besseren Lösungen führen derzeit eher noch ein Schattendasein und sind vielen nicht bekannt. Ich persönlich Sorge dafür, dass meine Kinder wissen, welche Maschinen sie anonym nutzen können, ohne damit Trainingsdaten zu erzeugen. Das finde ich wichtig, da viele junge Menschen eine Tendenz entwickeln, lieber einer Maschine die Fragen zu stellen, die sie sich nicht trauen, Menschen zu stellen (Stichwort Pubertät usw.).

KI in der Bildung – wie könnte es gut funktionieren?

KI in der Bildung – mehr ob als wie oder beides nicht wirklich?

KI ist in der Bildung angekommen. Viele Lehrkräfte nutzen sie im Alltag, insbesondere auch für die Unterrichtsplanung oder eine verbesserte Selbstorganisation. Der Einsatz im Unterricht erfolgt jedoch noch nicht flächendeckend oder vollständig integrativ (vgl. Jude et al. 2026).

Hier gibt es noch viele Unsicherheiten: Was darf ich, was darf ich nicht? Welche Modelle und Tools kann ich nutzen? Und was kann ich meinen Schüler:innen oder Auszubildenden zur Verfügung stellen? Zudem finden sich KI-Kompetenz oder die Nutzung von KI kaum in den Lehrplänen oder den betrieblichen Ausbildungsplänen. So ist die Integration von KI im Unterricht oft vom Engagement der Lehrkräfte und Ausbilder:innen abhängig und bisher nicht konsequent institutionalisiert.

Ein ähnliches Bild zeigt die aktuelle Bitkom-Studie:

„Es geht nicht mehr darum, ob in Schulen KI eingesetzt wird, es geht um das Wie“,

sagt Bitkom-Präsident Dr. Ralf Wintergerst.

„Richtig eingesetzt, kann KI das Lernen und den Schulalltag verbessern. Sie darf aber das eigenständige Denken nicht ersetzen. Schulen müssen deshalb Chancen, Grenzen und einen verantwortungsvollen Umgang mit KI vermitteln. KI-Kompetenzen gehören fest in die Lehrpläne“ (Bitkom 2026).

Zurzeit wird viel über Handyverbote in der Schule oder auch über einen deutlich späteren Einsatz von digitalen Endgeräten wie Tablets gesprochen. So hat beispielsweise Bayern den Tablet-Einsatz in der Grundschule wieder stark reduziert. Hier wird dann immer wieder das Ob und nicht das Wie fokussiert. Das halte ich nicht für den richtigen Ansatz. Wir müssen uns darüber im Klaren sein, dass KI im Alltag (auch von Kindern) sowieso genutzt wird und die Nutzung unbegleitet stattfindet, wenn wir sie nicht konsequent in den Bildungsalltag integrieren. Wir brauchen Fachkräfte, die gut mit KI umgehen können und trotzdem selbst denken und lernen. Wenn wir dies nicht bereits in der Schule verankern, verpassen wir eine große Chance und müssen diese Kompetenzen später in deutlich kürzeren Zeiträumen vermitteln/erarbeiten.

KI in der Bildung – was können oder sollten wir tun?

Ich habe mehreren Hundert Personen den souveränen Einsatz von KI im Berufsalltag nähergebracht. Darunter waren viele Fach- und Führungskräfte genauso wie viele Lehrkräfte und Ausbilder:innen. Dabei konnte ich oftmals beobachten, wie AI Literacy entsteht und was dabei wichtig ist. Diese Erfahrungen möchte ich hier teilen.

Zunächst in Kürze:

- KI lebt vom Experiment.
- Gute Prompts sind ein Muss.
- Konsequente Integration von KI-Nutzung in Fachinhalte ist möglich.
- KI als Lernbegleiter hat viele Vorteile, muss aber aktiviert werden.
- Es muss Aufgaben mit KI-Pflichtnutzung geben – und welche mit KI-Verbot.
- Die Auseinandersetzung mit der Technologie macht Mut und verringert Verunsicherung.
- Wir müssen lernen, für welche Aufgaben KI gut geeignet ist und für welche nicht.

Kompetenz fällt nicht vom Himmel

Für den Aufbau von neuen Fähigkeiten oder Kompetenzen braucht es Zeit. Hierfür darf es nicht nur Events wie z.B. ein Training oder einen KI-Projekttag geben, sondern vielmehr eine Auseinandersetzung über einen längeren Zeitraum.

KI lebt vom Experiment

Reden über KI hilft nicht wirklich. Mit KI zu experimentieren hingegen bringt wertvolle Erfahrungen. KI-Experimente können recht einfach gestaltet werden. Interessant ist z.B. der Versuch,

eine Halluzination zu erzeugen, also die Maschine bewusst in einen Modus zu bringen, den man wildes Raten nennen könnte. Das funktioniert erstaunlich gut, insbesondere mit neuen Themen, die noch nicht intensiv dokumentiert sind. In derartigen Experimenten hat die Maschine auch schon Harry-Potter-Figuren erfunden, die es in den Romanen gar nicht gibt. Bei einem solchen Vorgehen erhalten die Lernenden einen besseren Einblick in die Stärken und Schwächen aktueller Technologien. Sie brauchen für diese Experimente allerdings nicht nur Zeit, sondern auch eine entsprechende Anleitung.

Gute Prompts sind ein Muss

Die Fähigkeit, einen vollständigen und gut strukturierten Prompt zu erstellen, ist eine essenzielle Grundlage für die Nutzung aktueller Systeme. Das Prompting muss geübt werden und dafür muss es Zeit und Raum geben. Interessanterweise sind hier Fähigkeiten gefragt, die sich normalerweise im klassischen Deutschunterricht finden: Präzises Formulieren, genaues Fragen, konkretes Beschreiben und so weiter. Von daher lässt sich das Thema Prompten hervorragend im Deutschunterricht behandeln und zeigt den Lernenden, dass auch klassische Fähigkeiten in Zukunft weiterhin wichtig sind. Dies kann die Lernmotivation verbessern.

Gute Fragen zu stellen, hilft nicht nur in der Zusammenarbeit mit Maschinen, sondern auch im persönlichen Gespräch mit Menschen. So können im Deutschunterricht gleichzeitig die Mensch-Maschine-Kooperation und die Mensch-Mensch-Kooperation sowie kritisches Denken weiterentwickelt werden.

KI als Lernbegleiter hat viele Vorteile, muss aber aktiviert werden

Beschäftigen wir uns mit den Vorteilen von KI als Lernbegleiter – also mit dem *Team Unterstützung*. KI kann beim Lernen hervorragend unterstützen. Dafür muss ich der Maschine jedoch mitteilen, dass sie mich beim Lernen unterstützen soll und eben nicht direkt Antworten liefert. Das kann mit einfachen Agenten oder entsprechenden Prompts gut erledigt werden und ich denke, dass dafür jede Bildungseinrichtung in Zukunft allen Lernenden mindestens einen solchen Lernbegleiter-Agenten oder Systemprompt zur Verfügung stellen sollte. Eine aktuelle Studie aus China zeigt, dass ein souveräner Einsatz von KI im Sinne des *Teams Unterstützung* die Lernleistung verbessern kann. Sie bestätigt zugleich allerdings erneut die Problematik im *Team Abkürzung* (vgl. Strömberg et al. 2026, s.o.).

Zusätzlich bietet generative KI die Möglichkeit, vielfältige, individuell angepasste Lernformate wie Quizze, Text-, Audio- und Videozusammenfassungen oder ähnliches zu gestalten. Bei einem konsequenten Einsatz haben alle Lernenden so die Möglichkeit, sich die Inhalte derart aufbereiten zu lassen, dass sie ihrem Lerntyp und ihrem Lernfortschritt am besten entsprechen. Außerdem können Lehrende mit der gleichen Methodik eine deutlich stärkere Differenzierung anbieten. Das macht die Maschine aber nicht von allein, sondern man muss es ihr klar und deutlich mitteilen oder den (falls vorhandenen) Lernmodus aktivieren. Meine

Tochter fotografiert manchmal einfach bestimmte, handschriftliche Hefteinträge und bittet die Maschine, ihr dazu Quizze und Übungsaufgaben zu erstellen – das funktioniert gut. Sie weiß aber auch, was sie dafür prompten muss (s. o.). Einen ähnlichen Ansatz zeigt Wolfgang Göddertz: Er hat für seine Tochter einen Lernbegleiter-Agenten gebaut (Göddertz 2026). Seine Tochter kommt in die gymnasiale Oberstufe. Für mich stellt sich hier daher die Frage: Warum kann/macht sie das nicht selbst? Ich finde, dass es in Zukunft allen Schüler:innen in höheren Klassenstufen möglich sein muss, sich solche Lernbegleiter selbst zu gestalten und die Schule die dafür notwendigen Fähigkeiten vorher vermittelt haben sollte. Dann wird das *Team Unterstützung* besser lernen.

Es muss Aufgaben mit KI-Pflichtnutzung geben – und welche mit KI-Verbot

Für eine gute Balance zwischen effektiven, vollständigen Lernprozessen und dem Erwerb von AI Literacy braucht es sowohl KI-freie Räume als auch Aufgaben, bei denen die KI-Nutzung Pflicht ist (vgl. Wissenschaftsrat 2026).

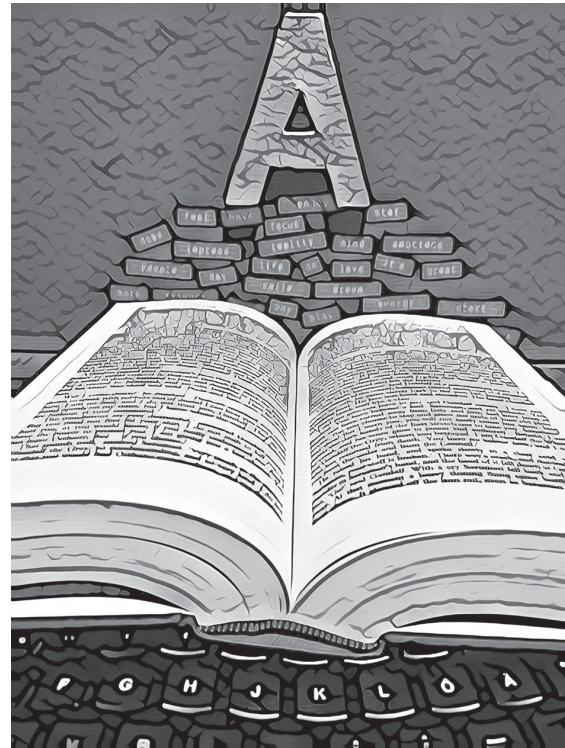
So gehe ich auch in meiner alltäglichen Praxis vor. Je nachdem, welche Form von Lernen den größten Erfolg verspricht, setze ich zur Bewältigung einer Aufgabe bewusst von Anfang an auf eine KI-Unterstützung und fordere dies auch ein oder verbiete eine KI-Nutzung. Bei manchen Lernprozessen ist die persönliche Erfahrung und das damit verbundene Erleben so wichtig, dass eine Maschine hier hinderlich wäre. Bei anderen Aufgaben bietet es sich jedoch an, die KI-Nutzung einzufordern, damit dadurch neue Erlebnisse im Zusammenhang mit der Mensch-Maschine-Kooperation oder der Human Agency entstehen. Ein solcher Ansatz ist jedoch noch nicht Teil des Bildungsalltags. In der Schule und Ausbildung von heute wird meines Erachtens der Einsatz von KI noch deutlich zu wenig gefordert.

Die Auseinandersetzung mit der Technologie macht Mut und verringert Verunsicherung

Für einen souveränen Einsatz von KI braucht es grundlegendes Wissen über die dahinter liegende Technologie. Ich beobachte immer wieder, dass die Lernenden sich nach einer Auseinandersetzung mit Machine Learning besser fühlen. Sie erkennen dadurch deutlich den zukünftigen Wert menschlichen Wissens. So verringern sich Verunsicherungen und Ängste in Bezug auf die Zukunft. Zugleich entsteht eine gesteigerte Motivation, KI proaktiv einzusetzen.

Wir müssen lernen, für welche Aufgaben KI gut geeignet ist und für welche nicht

Manche Aufgaben sind für KI gut geeignet und andere nicht. Wir müssen also regelmäßig reflektieren, bei welchen Aufgaben KI eine gute Unterstützung ist. Genauso müssen wir lernen, bei welchen Aufgaben ich besser zunächst selbst aktiv werde, bevor ich eine Maschine frage. Bei der Erstellung dieses Textes habe ich mich entschlossen, zunächst viel selbst zu schreiben, bevor ich die KI als Lektor eingesetzt habe. Meine Erfahrung sagt mir,



Letter Word Text Taxonomy by Teresa Berndtsson
Quelle: <https://betterimagesofai.org>, CC BY 4.0

dass sonst viele meiner Gedanken in der generierten Lösung keinen Platz gefunden hätten – also beginne ich selbst. Solche Erfahrungen entstehen im Übrigen bei den oben genannten Experimenten ganz von allein – eine angeleitete Reflexion sollte trotzdem stattfinden.

Konsequente Integration von KI-Nutzung in Fachinhalte ist möglich

Ich finde nicht, dass KI ein eigenes Schulfach oder einen eigenen Lehrplan braucht. Ich bin eher davon überzeugt, dass sich KI hervorragend als Add-On in die bestehenden Themen, die in den Lehr- und Ausbildungsplänen bereits genannt sind, integrieren lässt.

Mit einem kleinen Team arbeiten wir derzeit daran, KI als dauerhaft begleitendes Thema in alle Berufe und Lehrjahre für einen DAX-Konzern zu integrieren. Hier zeigt sich deutlich, dass es viele Anknüpfungspunkte gibt. So kann ein Mechatroniker beispielsweise die Themen Steuerung und Sensorik mit KI-unterstützter Predictive Maintenance verbinden, während eine Fachinformatikerin Datenbank- oder Data-Science-Aufgaben mit der Auswahl und Aufbereitung geeigneter Trainingsdaten kombinieren kann. Ein ähnliches Vorgehen kann ich mir auch gut in der Schule vorstellen. Hierzu ein weiteres Beispiel:

Im Mathematik-Unterricht – insbesondere in Statistik – bieten sich vielfältige Anknüpfungsmöglichkeiten an, um nicht nur das Verständnis von Algorithmen zu verbessern, sondern gleichzeitig auch auf die Schwächen von Rateprozessen hinzuweisen. Das muss auch nicht schwer sein. So hat meine Tochter kürzlich

zwei Sprachspiele erfunden, die konsequent die Unterschiede sowie Unschärfe bei Clustering und Klassifikation aufzeigen – nicht, weil sie das wollte, sondern weil ihr langweilig beim Autofahren war. Der Zusammenhang mit den Algorithmen ist mir erst nach ein paar Spielrunden aufgefallen. Beide Spiele kann ich sehr gut als Auflockerung in meiner beruflichen Praxis einsetzen.

Fazit

KI in der Bildung bietet Chancen und Verführungen zugleich. Eine konsequente Auseinandersetzung damit ermöglicht uns nicht nur deutlich vielfältigere Lernprozesse, sondern gestaltet auch eine zukunftsfähige Arbeitsform, von der viele Menschen und Betriebe profitieren können. Ich bin überzeugt, dass die Zukunft eine Mensch-Maschine-Kooperation zeigen wird, bei der weder die Menschen noch die Maschinen ersetzt werden, sondern beide mit höherem Tempo zusammenarbeiten. Dafür müssen wir junge Menschen vorbereiten – hier sehe ich einen großen Nachholbedarf. Ein souveräner Einsatz von KI für das Lernen und Arbeiten wird bisher noch nicht konsequent im Schul- und Bildungsalltag vermittelt.

Wie eine solche oben genannte zukünftige Arbeitsform aussehen kann, durfte ich kürzlich wieder beobachten: Eine Gruppe von fünf jüngeren Fachkräften, die ich bereits über einen längeren Zeitraum begleite, hat vom Vorgesetzten eine Veränderungsaufgabe bekommen. Ich habe die Aufgabe weitergegeben und letztlich nur gesagt: „Los geht es.“ Alle haben zunächst begonnen, ein paar Aspekte zu diskutieren. Zwei der fünf Personen haben parallel angefangen, zu prompten. In der Diskussion wurden insbesondere Kenntnisse über die betroffenen Kollegen, die damit verbundenen Beziehungen und die Einschätzung, was die geplante Veränderung konkret für diese Person bedeutet, integriert. Dieses Wissen hat keine Maschine der Welt und wäre nicht berücksichtigt worden, wenn die Menschen hier nicht die Maschine unterstützt hätten. Umgekehrt haben die Ergebnisse der Maschinen die menschlichen Punkte auf eine produktive Art und Weise ergänzt. So hat hier also nicht nur die Maschine den Menschen unterstützt, sondern auch umgekehrt. Zum Schluss hat die Maschine das noch in einer sehr ansprechenden Form zusammengefasst und die Gruppe ist in hohem Tempo zu einem qualitativ hochwertigen Ergebnis gekommen. Das konnte nur funktionieren, weil die Kooperation Mensch-Maschine hier in beide Richtungen aktiv gewirkt hat. So stelle ich mir die Arbeit in Zukunft vor.



Steffen Wulf

Steffen Wulf unterstützt Organisationen bei der *Digitalen Transformation*. Im Shopfloor, im Büro – mit und ohne KI. Auf Basis von ca. 15 Jahren Erfahrung als Experte und Inhouse-Consultant in der Industrie bietet er für die Industrie, den Mittelstand und für Bildungsträger Beratung, Umsetzungsworkshops und Training zur Digitalen Transformation an. Zu seiner Zielgruppe gehören Führungs- und Fachkräfte sowie Ausbilder:innen und Lehrer:innen. Zudem gestaltet er Bildungsprodukte, Lernstrecken und E-Learning-Inhalte.

<https://de.linkedin.com/in/steffenwulf> | www.digitale-befreiung.de

Referenzen

- Bai, Yun-Qi (2026): Generative AI as a psychological Empowerer: The central role of self-efficacy in developing pre-service teachers' instructional design skills, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959475226000757>, (16.8.26)
- Bitkom (2026): Schule und KI: Große Chancen, ungleiche Voraussetzungen, https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Schule-und-KI-Grosse-Chancen-ungleiche-Voraussetzungen#ll_unterlagen_pk_lehrer, (16.8.26)
- Göddertz (2026): <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7493909288290050049/>
- Jude, Nina, Uta Klusmann, Dirk Richter, Fatmana Selçik (2026): Deutsches Schulbarometer 2026: Befragung Lehrkräfte. Ergebnisse zur aktuellen Lage an allgemein- und berufsbildenden Schulen, Robert Bosch Stiftung, <https://bosch-stiftung.de/publikation/deutsches-schulbarometer-lehrkraefte-2026> (16.8.26)
- Khan, Salman (2024): Brave New Words: How AI Will Revolutionize Education (and Why That's a Good Thing), Viking 2024
- Kosmyna et al. (2025): Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task, <https://arxiv.org/pdf/2506.08872> (16.8.26)
- Mollick, Ethan (2026): Co-Intelligence: Living and Working with AI, Portfolio 2026
- OECD (o.J.): The OECD Learning Compass 2030, <https://www.oecd.org/en/data/tools/oecd-learning-compass-2030.html> (16.8.26)
- Stifterverband (o.J.): Future Skills Framework. <https://www.stifterverband.org/bildung-kompetenzen/future-skills-verankern>, (13.8.26).
- Strömberg, D, V Lei and Y Wu (2026): 'DP21577 The Generative AI Learning Penalty: Evidence from Chinese Secondary Education', CEPR Discussion Paper No. 21577. CEPR Press, Paris & London. <https://cepr.org/publications/dp21577> (16.8.26) oder hier zusammengefasst: <https://www.fr.de/panorama/20-prozent-schlechter-studie-aus-china-zeigt-was-auf-deutsche-schulen-zukommen-kann-zr-94437518.html> (16.8.26)
- Weiß, Yasmin (2026): https://www.linkedin.com/posts/profyasminweiss_eine-der-wichtigsten-future-skills-im-activity-7464918343599202306-O1zL/ (13.8.26)
- Wissenschaftsrat (2026): Kritisches Denken lässt sich nicht an eine KI delegieren. https://www.wissenschaftsrat.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/PM_2026/PM_1526, (13.8.26)
- World Economic Forum (2025): The Future of Jobs Report 2025, <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/> (16.8.26)

Bernard Robben

Zu Yuk Huis Philosophie der Kosmotechnik

Mit Yuk Hui stelle ich einen Philosophen vor, der über die Existenz digitaler Objekte nachgedacht hat. Bei der Frage nach dem Digitalen geht es also um dessen Existenz. Die Untersuchung wird als ontologische Frage formuliert, was heutzutage aus der Mode gekommen ist – außer im Feld der Informatik, die allerdings den Begriff *Ontologie* in einem völlig anderen Sinne verwendet als in der traditionellen Philosophie üblich. Yuk Hui gelingt es, diese anscheinend unverträglichen *Ontologie*-Begriffe auf originelle Art und Weise zu verbinden und verknüpft sie mit einem eigenen neuen Begriff: *Kosmotechnik*. Mir scheint dieser ungewöhnliche Ansatz, der zudem westliches und chinesisches Denken miteinander verflcht, sehr fruchtbar, um die Herausforderungen unserer heutigen Welt zu verstehen.

Einleitung

Yuk Huis erstes Buch *On the Existence of Digital Objects* (Hui 2016a) verbindet in einer sehr offenen Vorgehensweise informatische, kognitionswissenschaftliche und philosophische Traditionen für einen eigenen Neuansatz. Seinen nicht leicht zu verstehenden methodischen Ansatz nennt er *Ordnungen der Größe*. Gemeint ist damit Gaston Bachelards Begriff *ordres de grandeur*, den dieser in (Bachelard 1969) entwickelt hat. Zunächst geht es darum, dass verschiedene Naturwissenschaften mit unterschiedlichen Größenordnungen operieren, die Physik mit dem Maßstab der Atome, die Chemie mit dem Maßstab der Moleküle, die Biologie auf der Ebene der DNA. Bachelard bezieht seinen Begriff allgemein auf Probleme des unterschiedlichen Zugangs, etwa auf die Frage, ob Wellen oder Partikel die Grundkonzepte für die Beschaffenheit von Materie sind. Jedoch geht Bachelard noch viel weiter: er versucht, die unterschiedlichen Ansätze der Natur- und Geisteswissenschaften sowie der Kunst neu miteinander zu verbinden. So schreibt er über die Poetik des Raums (Bachelard 2003) und die Imaginationen der Materie (Bachelard 2026). Yuk Hui nimmt diese Herangehensweise auf, indem er die Beziehung zwischen Wissenschaft und Technik neu bestimmt, wodurch er zum Begriff *Kosmotechnik* gelangt. Wie er dabei vorgeht, bleibt zu beschreiben.

Das Ziel von Yuk Huis Buch ist eine philosophische Untersuchung über digitale Objekte.¹ Dabei geht er aus von der Beschreibung von *Ontologien*² und deren Einsatz für die Zuordnung von Bedeutung. Präziser ausgedrückt: Er geht von Daten aus (Hui 2016a, 32), um die Produktion digitaler Objekte als

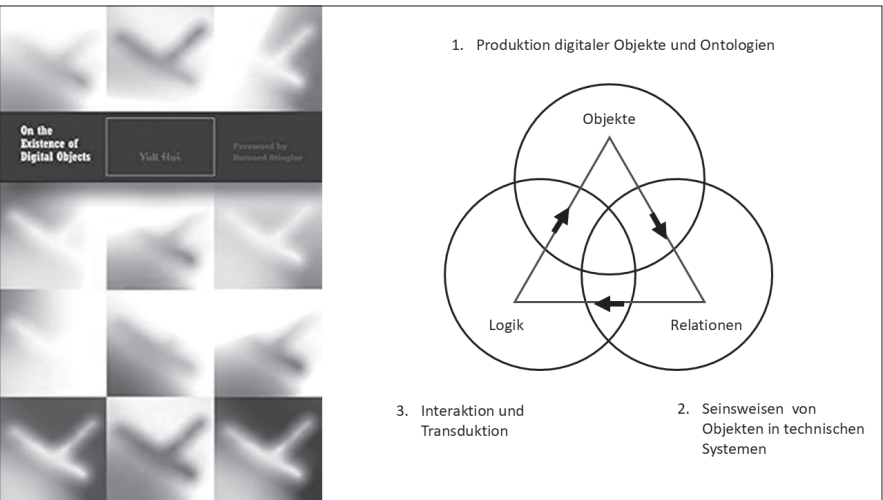
Übergang vom Programmcode zum Phänomen zu erklären. Als zweiten Schritt untersucht er ihre Beziehungen (*Relationen*) in heutigen technischen Systemen. Die zeitliche Logik³ ihres Seins kann erst dann zum Thema werden.

Die Produktion digitaler Objekte

“Humans have always lived in a hybrid environment surrounded by artificial and natural objects. The artificial and the natural are not two separate realms, nor are artificial objects simply instruments with which to conquer the natural; instead, they constitute a dynamic system that conditions human experience and existence. And precisely because the artificial is constantly developing toward greater concretization, it demands reflection on its singular historical condition.” (Hui 2016a, 1)

Mit diesen programmatischen Sätzen beginnt Hui seine Untersuchung der Existenz digitaler Objekte; diese Programmatik erschließt sich für die Leser:innen nicht sofort, sondern erst nach längerer geduldiger Lektüre. Eine Kernthese ist, dass das Aufkommen digitaler Objekte zur *objectification of data* und zur *datafication of objects* führt (Hui 2016a, 50). Durch das Zusammenspiel von Daten und Metadaten vermittelt informatischer *Ontologien* in den Netzen des World Wide Web werden Objekte der natürlichen Welt zunehmend mit Daten verbunden, andererseits werden Daten zu bedeutungsvollen Objekten. Hui weist darauf hin, dass es bei dieser auf *Ontologien* beruhenden Architektur des World Wide Web von Tim Berners-Lee um mehr

geht als um eine neue Art von Wissensmedien, die Ted Nelson mit seiner Netz-Architektur *Xanadu* vorschwebte (Hui 2016a, 50ff). Es bildet sich eine neue Existenzweise natürlicher und künstlicher Objekte heraus, die neue Formen der Interaktion hervorbringen: Menschen interagieren mit digitalen Objekten, digitale Objekte interagieren untereinander. Dadurch wird eine neuartige digitale Lebenswelt geschaffen. Um einen solchen Begriff von Objekten zu verstehen, reicht die informatische Sichtweise, ausgehend von objektorientierter Programmierung, nicht aus. Der gelernte Computerwissenschaftler Yuk Hui entwickelt sich zum Philosophen.



Grafik nach Hui 2016a, 39

Relationen – Beziehungen

Hui beginnt seine Untersuchung der Frage nach dem Objekt mit Aristoteles' Unterscheidungen von Substanz und Akzidenz sowie von Form und Materie. Die Substanz ist das, was dem Ding unterliegt, was es ausmacht. Einem Objekt, zum Beispiel einem Pferd, können verschiedene Akzidentien, Prädikate (Eigenschaften wie groß, braun, wild, etc.) zugeschrieben werden, die es näher bestimmen, aber nicht seine Substanz ausmachen (in unserem Beispiel, ein Pferd zu sein). Zum anderen wird nach Aristoteles jedes Objekt durch seine Form und seine Materie bestimmt. Entscheidend ist dabei die Form, die der Materie die Gestalt eines Objekts aufprägt und somit das Objekt bestimmt.

Die Frage nach dem Objekt untersucht Hui entlang ihrer vielfältigen Wandlungen im Laufe der europäischen Philosophiegeschichte. Als erstes stellt er klar, dass die Subjekt-Objekt-Unterscheidung erst mit der Philosophie der Neuzeit eingeführt wurde. Für die antike Philosophie war das Ding, dessen Anschauung man zu gewinnen suchte, ein Subjekt und kein Objekt.⁴ Die scharfe Unterscheidung zwischen dem denkenden Ich (*res cogitans*) und der ausgedehnten Materie (*res extensa*) formulierte erst Descartes und zementierte damit die dualistische Vorstellung von Geist und Materie. Yuk Hui versucht diese dualistische Begriffsbildung zwischen Substanz und Akzidenz, Form und Materie, Körper und Geist zu überwinden, indem er sich mit zentralen philosophischen Begriffsbildungen auseinandersetzt, besonders denen, welche die Beziehungen zwischen Denken und Wahrnehmen zu ergründen suchen. Huis Ziel ist, den Begriff der Substanz in Relationen aufzulösen. Dabei stützt er sich zunächst auf den Gegenspieler des Rationalisten Descartes, den Empiristen Hume, der seine Philosophie der Erfahrung auf sieben grundlegende Relationen stützt.⁵ Das Spannungsfeld von Denken und Wahrnehmung verfolgt Hui aber weiter in der Philosophiegeschichte. Er stellt den Relationen von Hume die Schemata von Kant (Kant 1990a) gegenüber mit dessen Begriff des *Dings an sich*, das der menschlichen Erfahrung nicht zugänglich ist. Weitere Stationen von Huis Untersuchung sind zwei unterschiedliche Denkgebäude, die beanspruchen, Paradoxien des Begriffs *Ding an sich* zu überwinden, indem sie eine Logik des Erscheinens, des Phänomens, formulieren: Die Phänomenologie des Geistes von Hegel (2025) und die phänomenologische Philosophie von Edmund Husserl. Auf Hegels dialektische Logik, die ein geschichtliches (Bewusst-)Werden des Objekts konzeptualisiert, statt das Objekt in einem *Ding an sich* zu suchen, bezieht sich Hui an vielen Stellen in seinem Werk positiv. Beim Nachdenken über die Existenz digitaler Objekte beschäftigt sich Hui ausführlicher als mit Hegel mit der Phänomenologie Edmund Husserls, insbesondere mit dessen Konzept einer *formalen Ontologie*, das dieser in den *Logischen Untersuchungen* (Husserl 1992a) und dem Werk *Formale und transzendente Logik* (Husserl 1992c) entwickelt. Dort untersucht Husserl allgemeine Strukturen und Beziehungen für jeden möglichen Gegenstand⁶, wobei er Fragen nach deren Sinn und ihrer Bedeutung philosophisch neuartig stellt. Hui kontrastiert diesen Ontologie-Begriff mit dem informatischen, wobei er sich auf Brian Cantwell Smiths Buch *On the Origin of Objects* (Cantwell Smith 1996) bezieht. Formale Ontologie versteht Hui als Konzept, die Existenz von Gegenständen (*objects*) durch ihre Beziehungen (*relations*) in der Welt zu verstehen, anstatt ihre Substanz zu ergründen. Digitale Objekte werden nicht als Träger von Eigenschaften, sondern als Knotenpunkte eines

dynamischen technischen Beziehungsgeflechts beschrieben. Hui schlägt dabei für digitale Objekte die Unterscheidung zwischen diskursiven Beziehungen (*discursive relations*) und existentiellen Beziehungen (*existential relations*) vor. Diskursive Beziehungen – so Yuk Hui – sind der automatischen Datenverarbeitung zugänglich, lassen sich in relationalen Datenbanken erfassen und werden im Semantic Web durch Metadaten und Ontologien prozessiert. Digitale Objekte agieren dadurch selbsttätig untereinander, was Hui Interobjektivität nennt, ein Phänomen, das traditionelle Ansätze ignorieren.

Die ontologischen Fragen

Der Begriff *existential relations* verweist auf die ontologische Dimension der Beziehungen von Daten im Sinne von Heideggers Fundamentalontologie und Heideggers Nachdenken über Technik.⁷ Heideggers Begriff des *Gestells* ist für Hui ein zentraler Bezugspunkt. Dieser Begriff bezeichnet für Heidegger nicht die Gesamtheit technischer Geräte und auch keine bestimmte Maschine, sondern das Wesen der modernen Technik, die grundlegende Weise, wie sie in der modernen Welt überhaupt erscheint. In der griechischen Polis erscheine die Technik als eine *Poiesis*, als ein Hervorbringen durch Handwerker und Künstler. Technik als *Poiesis* achte die Möglichkeiten des Materials und lasse den Dingen ihre Eigenart. Die moderne Technik verfare anders. Sie fordere die Natur heraus und mache durch ihre Systematik des Messens, Berechnens und Kontrollierens die ganze Welt zur bloßen Verfügungsmasse. Ein Wald erscheine nicht mehr als Wald, sondern als Holzvorrat, ein Fluss nicht mehr als Landschaft, sondern als Energiequelle. Der Boden erscheine als Rohstofflager und Tiere als Produktionsmittel. Hui teilt diese Fundamentalkritik von Heidegger weitgehend, wertet sie jedoch an einem entscheidenden Punkt anders. Während Heidegger sie als unausweichliches universales Schicksal der Menschheit sieht, wird damit nach Hui nur die Form der westlich kapitalistisch geprägten Technikentwicklung bestimmt. Statt eines universalen Wesens der Technik sieht er die Möglichkeit verschiedener Weisen des Seins für technische Objekte. Um diese These zu begründen, bedarf es eines viel stärker am Funktionieren der Technik ausgebildeten Philosophierens über Technik, als es bei Heidegger zu finden ist. Hui stützt sich dafür grundlegend auf die pharmakologische Technikphilosophie von Bernard Stiegler (vgl. Robben 2013) und auf die Philosophie der Technikgenese von Gilbert Simondon (2012). Beide Ansätze entwickelt er auf kreative Weise weiter.⁸

Die Frage nach der Technik in China

Yuk Huis zweites wichtiges Buch widmet sich der Untersuchung unterschiedlicher Auffassungen von Technik anhand eines Vergleichs zwischen Europa und China (Hui 2016b). An den Anfang stellt er eine Tabelle, die westliche und chinesische Wissenschaftler gegenüberstellt, macht damit klar, dass er beide Traditionen als gleichwertig ansieht. Er widmet sich dann der Frage, warum im 19. Jahrhundert die vorher oft sogar weiter entwickelte chinesische Technik so drastisch ins Hintertreffen geriet, dass China drohte, eine Kolonie europäischer Mächte zu werden. Mit Needham (1988) kommt er zum Schluss, dass ein wesentlicher Grund in der andersartigen Geometrie der chinesischen Kultur zu finden ist. Aber das ist nicht das eigentliche

Thema des Buches. Huis wesentliches Anliegen ist, eine philosophische Theorie über Technikgenese unter der Fragestellung zu entwickeln, ob moderne Technik einer universalen Logik folgt oder ob es möglich ist, „sich multiple Techniken vorzustellen, die sich nicht allein funktionell und ästhetisch voneinander unterscheiden, sondern auch ontologisch und kosmologisch“ (Hui 2016b, 6). In einem akribischen Eintauchen in philosophische Paradigmen und Konzepte westlicher und chinesischer Technikgeschichte mit ungewöhnlichen Wendungen kommt er zu der aufregenden These von multiplen Kosmotechniken.

Hui beginnt die Untersuchung mit einem Ausschnitt aus einem zwischen 770 bis 476 vor Chr. entstandenen Text zur Technikfrage, dem Kao Gong Ji: „Versehen mit dem vom Himmel bestimmten zeitlichen Ablauf, der von der Erde bereitgestellten Energie und mit Materialien von guter Qualität sowie geschickten Techniken kann mithilfe der Synthese der vier etwas Gutes hervorgebracht werden.“ Er vergleicht die vier in diesem Text genannten Elemente mit Aristoteles' Konzept der vier Ursachen, den Ursachen des Materials, der Form, der Wirkung und des Zwecks (Hui 2016b, 71f).

Zentral in der Argumentation von Hui sind die Beziehungen zwischen drei Begriffen: Der erste bezeichnet einen in der chinesischen Kosmologie neben Sehen, Hören und Tasten häufig genannten Sinn gǎn ying 感应, den Hui mit Resonanz übersetzt. Die beiden anderen sind qì 器 (Werkzeug) und dào 道 (Weg, Methode). Während die europäische Moderne Technik als Mittel zur Beherrschung der Natur versteht, deutet die Beziehung zwischen diesen drei Begriffen in der chinesischen Tradition auf ein anderes Verhältnis zur Natur: Harmonie statt Beherrschung, Anpassung statt Kontrolle, Einfügung in kosmische Prozesse statt ihrer Überwindung. In einer differenzierten Studie geht Hui dem geschichtlichen Bedeutungswandel philosophischer Technikkonzepte in China nach und vergleicht sie mit den jeweiligen europäischen Konzepten. Dabei arbeitet er heraus, dass ihnen eine völlig andere Beziehung zur Natur zugrunde liegt, was er dann unterschiedliche Kosmotechniken nennt.

Kosmotechnik und Anthropozän

Huis Anliegen ist kein Kulturvergleich zwischen China und Europa, sondern eine philosophische Theorie über die weltweite Technikgenese, welche er in weit ausholenden Schriften immer wieder neu durchdenkt. Sein Ausgangspunkt ist Martin Heidegger, der mit der modernen Technik das Ende der Philosophie gekommen sieht, an deren Stelle die Kybernetik trete (Hui 2024b, 12). Hui übernimmt aber nicht Heideggers Sichtweise, sondern analysiert die Entwicklung der Kybernetik im Einzelnen. Er macht dabei einen shift aus, „from first-order cybernetics to second-order cybernetics“ (Hui 2024b, 11). Gemeint ist der Übergang von Norbert Wiens Werk von 1948 „Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine“ (Wiener 2013) und der Diskussion der Kybernetik in den Macy-Konferenzen (Pias 2003) hin zum Konstruktivismus von Maturana und Varela (1984) und zur Systemtheorie von Niklas Luhmann – für Hui ein Übergang von Wiens Begriff des *Feedbacks* hin zum Begriff der *Rekursion* bei der *second order cybernetics*. Zwar sei der Begriff *Kybernetik* aus der heutigen wissenschaftlichen Welt fast völlig verschwunden. Er sei aber noch wirksam für



Yuk Hui
Foto: Dani Blanco,
CC BY-SA

heutige Technik-Konzepte, etwa bei der Entwicklung generativer Künstlicher Intelligenz. Der entscheidende Paradigmenwechsel liege in Wiens Überschreitung der Grenzen zwischen Maschinen und Lebewesen. „Epistemologically, cybernetics aims to break through the opposition between mechanism and vitalism and developed a theory of organismic operation“ (Hui 2024a, 14). Hui versucht nachzuweisen, dass eine organische und nicht mechanische Grundvorstellung schon bei Kant in dessen Kritik der Urteilskraft (Kant 1990b) angelegt ist (Hui 2019). Yuk Huis Philosophie formuliert eine neuartige Metaphysik. Die klassische Frage „Was ist das Sein?“ verbindet er mit der Frage nach der Technik. Er denkt Metaphysik neu, jenseits der ausschließlich westlichen Tradition, die sich mit Kolonialismus, Kapitalismus und Globalisierung weltweit durchgesetzt hat. Nach Yuk Hui beruht jede technische Kultur auf impliziten metaphysischen Annahmen darüber, was Natur ist, was der Mensch ist, wie die Ordnung der Welt (Kosmos) bestimmt ist. „Kosmotechnik ist die Vereinigung der kosmischen Ordnung und der moralischen Ordnung mithilfe technischer Aktivitäten. Menschliche Tätigkeiten, die stets von technischen Objekten wie Werkzeugen begleitet werden, sind in diesem Sinne immer kosmotechnisch“ (Hui und Frey 2023, 65, vgl. den umfangreichen Sammelband Hui 2023). Yuk Hui stellt sich vehement gegen den westlichen Universalitätsanspruch auf Rationalität. Das ist aber keineswegs als eine Absage an die Kraft der menschlichen Vernunft zu verstehen. Und er formuliert auch keine alternative östliche Metaphysik⁹, sondern führt aus, dass die heutige dominante kapitalistische Technik zu einer Homogenisierung mit katastrophalen ökologischen Folgen geführt habe: Die Erde sei in das Zeitalter des Anthropozäns eingetreten. Gegen die daraus folgenden katastrophalen ökologischen Folgen versucht er verschiedenartige Ausgänge zu denken. Unter anderem wendet er sich scharf gegen reaktionäre Heimattümelei, wie er sie auch bei Martin Heidegger sieht (vgl. Hui 2026b).

Für ein planetarisches Denken

Hui plädiert für ein planetarisches Denken, das er als Chance für eine Transformation des Denkens begreift. Seine zentrale Forderung ist Diversifikation. „Die drei Begriffe der Diversität, die das, was wir planetarisches Denken nennen, ausmachen, sind Biodiversität, Noodiversität und Technodiversität“ (Hui und Frey 2023, 115). Biodiversität erfordert ein neues Verhältnis von Natur und Kultur (zu denken), wie es Philippe Descola (Descola

2013) sowie Eduardo Viveiros de Castro und Deborah Danowski (Viveiros und Danowski 2025) formuliert haben. Positiv bezieht Hui sich auch auf Donna Haraways Aufforderung, unruhig zu bleiben (Haraway 2018). Mit viel Sympathie sieht er indigene Gemeinschaften im Amazonas-Gebiet, die eine eigenständige lokale Wirtschafts- und Lebensweise organisieren. Er betont, dass damit kein Zurück zur Natur in einer vergangenen Lebensweise gemeint ist, was sicherlich nicht die Lösung sein könne.

Bei der Noodiversität bezieht Hui sich auf Pierre Teilhard de Chardins Begriff der Noosphäre (Teilhard de Chardin 2022). Teilhard de Chardin meint, dass die technologische Entwicklung seit Beginn der Menschwerdung in einer Art *Superhirn* kulminiert. In seiner religiösen Sicht verwirklicht sich damit eine Christogenese, eine Universalisierung der Liebe, eine Verwirklichung des Reich Gottes auf Erden als Konvergenz westlich-christlicher Zivilisation. Dagegen fordert Yuk Hui, dass die Noosphäre fraktioniert und diversifiziert werden muss, was wiederum nur durch eine Diversität des Denkens möglich ist, die vor allem Technodiversität einzubeziehen hat.

Beim planetarischen Denken gehe es nicht um die Bewahrung von Diversität, sondern um deren Schaffung (Hui und Frey 2023, 120). „Planetarisches Denken ist keine Zen-Erleuchtung oder christliche Offenbarung. Es ist die Erkenntnis, dass wir uns in einem Zustand der Katastrophe befinden und auch weiterhin befinden werden.“ (S. 122) Das für planetarisches Denken zentrale Konzept der Diversität muss erst noch gedacht werden. Wie sein Vorbild Gilbert Simondon setzt Yuk Hui dabei auf das langfristige Nachdenken von Menschen, welche die Frage nach der Technik auf neue Weise stellen müssen.

Referenzen

- Bachelard, Gaston (2026) *Imaginationen der Materie. Surrealismus und Nachkriegskunst*, Berlin: Matthes & Seitz
- Bachelard, Gaston (2003) *Poetik des Raumes*, Frankfurt am Main: Fischer Verlag (Original: 1957 *Poétique de l'espace*, Presses Universitaires de France)
- Bachelard, Gaston (1969) *Essai sur la connaissance approchée*, troisième édition, https://classiques.uqam.ca/classiques/bachelard_gaston/essai_connaissance_approchee/essai.html
- Cantwell Smith, Brian (1996) *On the Origin of Objects*, Cambridge MA und London: MIT Press
- Descola, Philippe (2013) *Jenseits von Natur und Kultur*, Frankfurt am Main: Suhrkamp (Original: 2005 *Par-delà nature et culture*, Paris: Éditions Gallimard)
- Haraway, Donna (2018) *Unruhig bleiben. Die Verwandtschaft der Arten im Chthuluzän*, Frankfurt am Main: Campus Verlag
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich (2025) *Die Phänomenologie des Geistes*, Hamburg: Felix Meiner Verlag (Original 1807)
- Heidegger, Martin (1986) *Sein und Zeit*, Tübingen: Max Niemeyer Verlag (Original 1927)
- Heidegger, Martin (1953) *Die Frage nach der Technik*, in *Gesammelte Werke* Bd. 7, Frankfurt am Main: Verlag Vittorio Klostermann, (S. 5-36)
- Hui, Yuk (2026a) *Kant Machine: Critical Philosophy after AI*, New York et al: Bloomsbury Academic
- Hui, Yuk (2026b) *Post-Europe*, Urbanomic/Sequence Press
- Hui, Yuk (2024a) *Machine and Sovereignty: For a Planetary Thinking*, Minneapolis: University of Minnesota Press

- Hui, Yuk (Ed.) (2024b) *Cybernetics for the 21st Century*, Hongkong: Hanart Press
- Hui, Yuk (2023) *Cosmotechnics: For a Renewed Concept of Technology in the Anthropocene*, London and New York: Routledge
- Hui, Yuk (2021) *Art and Cosmotechnics*, Minneapolis: University of Minnesota Press
- Hui, Yuk (2019) *Recursivity and Contingency*, London, New York: Rowman & Littlefield
- Hui, Yuk (2016a) *On the Existence of Digital Objects*, Minneapolis: University of Minnesota Press
- Hui, Yuk (2016b) *The Question Concerning Technology in China: An Essay in Cosmotechnics*, Urbanomic, distributed by MIT Press
- Hui, Yuk und Stürmer, Milan (2025) *Jenseits von Ost und West*, Berlin: Matthes & Seitz
- Hui, Yuk und Frey, Junius (2023) *Kosmotechnik und Kommunismus*, Berlin: Matthes & Seitz
- Hume, David (1904) *Traktat über die menschliche Natur*, Hamburg und Leipzig: Verlag von Leopold Voss (Original: 1739-40 *Treatise of Human Nature*)
- Husserl, Edmund (1992a) *Logische Untersuchungen*, *Gesammelte Schriften* 2,3 und 4), Hamburg: Felix Meiner Verlag
- Husserl, Edmund (1992b) *Ideen zu einer reinen Phänomenologie*, *Gesammelte Schriften* 5, Hamburg: Felix Meiner Verlag
- Husserl, Edmund (1992c) *Formale und transzendente Logik*, *Gesammelte Schriften* 7, Hamburg: Felix Meiner Verlag
- Jonas, Hans (2011) *Das Prinzip Leben. Ansätze zu einer philosophischen Biologie*, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag (Erstveröffentlichung: 1973 unter dem Titel *Organismus und Freiheit*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht)
- Kant, Immanuel (1990a) *Kritik der reinen Vernunft*, Hamburg: Felix Meiner Verlag
- Kant, Immanuel (1990b) *Kritik der Urteilskraft*, Hamburg: Felix Meiner Verlag
- Maturana, Humberto und Varela, Francisco (1984) *Der Baum der Erkenntnis*, Bern, München, Wien: Scherz Verlag
- Needham, Joseph (1988) *Wissenschaft und Zivilisation in China*, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag (Original 1978 *The Shorter Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press)
- Pias, Claus (Hg.) (2003) *Cybernetics – Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953. Transactions / Protokolle*. Berlin: Diaphanes
- Pickering, Andrew (2017) *The Ontological Turn. Taking Different Worlds Seriously*, *Social Analysis*, Volume 61, Issue 2, 134–150 © Berghahn Books, doi:10.3167/
- Robben, Bernd (2013) *Zu Bernard Stieglers pharmakologischer Medientheorie. Denken bis an die Grenzen der Maschine, Die Logik der Sorge, Verlust der Aufklärung durch Technik und Medien und Von der Biomacht zur Psychomacht*. In: *Fiff-Kommunikation*, 3-2013, S. 65ff. <https://www.fiff.de/fiff-kommunikation/2013/3/>
- Robben, Bernard (2006) *Der Computer als Medium. Eine transdisziplinäre Theorie*. Bielefeld: transcript
- Simondon, Gilbert (2012) *Die Existenzweise technischer Objekte*, Zürich: Diaphanes (Original: 1958 *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris: Editions Aubier)
- Teilhard de Chardin, Pierre (2022) *Der Mensch im Kosmos*, München: C.H. Beck (Original: *Le Phénomène humaine*, Paris: Editions du Seuil 1955)
- Viveiros de Castro, Eduardo und Danowski, Deborah (2025) *In welcher Welt leben? Ein Versuch über die Angst vor dem Ende*, Berlin: Matthes & Seitz
- Wiener, Norbert (2013) *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press (Original 1948)

Anmerkungen

- 1 Ich übersetze hier den englischen Ausdruck *object* im Deutschen mit *Objekt*, um so gemäß Yuk Hui den Bezug zur Objektorientierung in der Informatik herzustellen und um leicht *Subjekt – Objekt Beziehungen* besprechen zu können. Allerdings wäre die Übersetzung *Gegenstand* im Deutschen an vielen Stellen adäquater. Leser:innen, denen die beiden Terme einfach als Synonyme erscheinen, werden den Unterschied sofort wahrnehmen, wenn sie vom Substantiv zum Adjektiv übergehen. Objektiv hat eine deutlich andere Konnotation als gegenständlich. Ähnliches gilt für den englischen Term *relation*, den ich im Folgenden mit *Relation* übersetze. *Beziehung* wäre im Deutschen oft adäquater. Alles ist relativ, hat eine völlig andere Konnotation als alles steht mit allem in Beziehung. Für mich persönlich bilden Übersetzungen eine grundlegende Methode ähnlich wie die *ordres de grandeur* für Yuk Hui (vgl. Robben 2006, 58ff).
- 2 Für Nicht-Informatiker:innen mag der Eintrag *ontology* (*information science*) in Wikipedia einen ersten Eindruck in dieses Konzept der Informatik geben.
- 3 Gemeint ist hier natürlich keine formale Logik, sondern eine allgemeine philosophische Logik im Sinne Hegels, auf den sich Yuk Hui dabei explizit bezieht.
- 4 Einen Hinweis liefert schon die wörtliche Bedeutung des lateinischen Begriffs des *Subjekts*, der ein Unterworfenes bezeichnet.

- 5 Diese sieben Relationen sind 1. Ähnlichkeit, 2. Identität, 3. Beziehungen des Raumes und der Zeit, 4. Quantität/Zahl, 5. Qualität/Grade der Qualität, 6. Widerstreit, 7. Ursache und Wirkungen (Vgl. Hume 1904, 24 ff).
- 6 Hui erklärt das methodische Vorgehen in Husserls *Phänomenologie*, etwa das Konzept der eidetischen Wesensschau, der Einklammerung und der *Epoché* natürlich genauer. Im Rahmen dieses Textes begnüge ich mich mit dieser vereinfachten Darstellung, weil eine verständliche Ausführung den Umfang und Rahmen dieses einführenden Artikels sprengen würde.
- 7 Heidegger ist ein zentraler Bezugspunkt in Yuk Huis Denken. In seiner *Technikphilosophie* bezieht er sich nicht nur auf dessen zentrale Werke wie *Sein und Zeit* (Heidegger 1986) und *Die Frage nach der Technik* (Heidegger 1953), sondern diskutiert auch dessen Einfluss in Asien, insbesondere in China und in der *Kyoto-Schule* in Japan.
- 8 Stieglers Begriff der tertiären Retention erweitert er um den Begriff der tertiären Protention für digitale Objekte. Simondons Frage nach der Existenzweise technischer Objekte (Simondon 2012) konkretisiert er für digitale Objekte, wobei Simondons grundlegendes Konzept der Individuation Basis für Huis Überlegungen wird.
- 9 Seine Position jenseits solcher Alternativen ist eindrucksvoll in einem Gespräch dokumentiert, das er zusammen mit seinem ehemaligen Schüler Milan Stürmer führte (Hui und Stürmer 2025).

Wissenschaft und Frieden 3/2026

Neue Technologien im Krieg: Probleme – Regulierung – Eindämmung

Drohnen, Kampfroborer, automatisierte Zielvorrichtungen, Einsatzsteuerung durch „Künstliche Intelligenz“ – noch vor wenigen Jahren klang dies nach dystopischen, aber unrealistischen Kriegsszenarien der Science Fiction. Die aktuellen Kriege von Jemen bis Gaza, von Sudan bis in die Ukraine stellen aber unter Beweis: Die technologische Revolution der Kriegsinstrumente ist im vollen Gange – mit allen schrecklichen und herausfordernden Folgen.

Die rasanten Entwicklungen in der Drohnentechnologie, bei Sensorik und „Künstlicher Intelligenz“ sind offensichtlich, sie strukturieren das heutige halbautomatisierte Kampffeld. Doch sie sind nicht die einzigen kriegsrelevanten Bereiche: Fortentwicklungen in der Biotechnologie, in der Materialwissenschaft oder auch in der Robotik ermöglichen immer neue Waffen oder Waffenteile, Produktionswege und Einsatzformen.

Gleichzeitig steht die Überwachung, Kontrolle und Eindämmung dieser Dynamiken vor einer riesigen Herausforderung: Wenn durch Fortschritte in der Materialwissenschaft der „3D-Druck“ für viele Zivilist:innen zugänglich wird oder wenn „Künstliche Intelligenz“ technische und Wissensvoraussetzungen absenkt, dann werden vorbeugende Rüstungskontrolle und etwaige Verbote bestimmter Produktionswege oder Rüstungsgüter immer dringlicher – und gleichzeitig immer voraussetzungsvoller: Wo läuft die Grenze zwischen legitimer und illegitimer Forschung oder Heimwerken? Wie kann Rüstungskontrolle ohne Totalüberwachung gelingen? Wie können völkerrechtliche, prozedurale oder auch ethische Grenzen gewahrt bleiben im Zeitalter der „kriegsertüchtigenden Zurichtung“?

Die Autor:innen dieser Ausgabe von W & F reißen das ganze Panorama dieser neuen technologisierten Kriegsführung auf, disku-

tieren die damit verbundenen überzogenen Behauptungen und Erwartungen, die realen Gefahren und Herausforderungen und die möglichen Wege voran zu einer weniger militarisierten Zukunft.



Mit Beiträgen von Wolfgang Liebert, Liska Suckau, Kadri Reis, Rainer Rehak und weiteren.

Weitere Texte: *de Andreis* Noch weiter rüsten? | *Roos* Zur Anerkennung des Völkermords an Herero und Nama | *Bauer und Oberle* Machtkritische Konfliktbearbeitung

Beilage: Dossier 104 – Die Friedensdenkschrift der EKD: Leerstellen und Seitenblicke.

W&F 3/26 | September | 68 Seiten | 15 € (druck) / 12 € (ePUB+PDF)

Einladung zur Mitgliederversammlung 2026

des Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung (FIfF e.V.)

Wir laden fristgerecht und satzungsgemäß zur ordentlichen Mitgliederversammlung 2026 ein.

Sie findet am Sonntag, den 1. November 2026, 12:00 – 14:00 Uhr im Theater im Delphi, Gustav-Adolf-Straße 2, 13086 Berlin statt. Eine Möglichkeit, online teilzunehmen, wird angeboten; Details dazu werden auf der Konferenzwebsite und beim FIfF rechtzeitig bekannt gegeben.

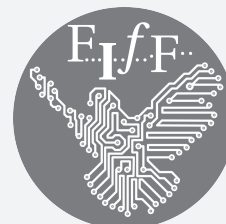
Vorläufige Tagesordnung

1. Begrüßung, Feststellung der Beschlussfähigkeit und Festlegung der Protokollführung
2. Beschlussfassung über die Tagesordnung, Geschäftsordnung und Wahlordnung
3. Bericht des Vorstands einschließlich Kassenbericht
4. Bericht der Kassenprüfer
5. Diskussion der Berichte
6. Entlastung des Vorstands
7. Neuwahl der Kassenprüfer:innen
8. Diskussion über Ziele und Arbeit des FIfF, aktuelle Themen, Verabschiedung von Stellungnahmen, Berichte aus den Regionalgruppen
9. Anträge an die Mitgliederversammlung
Anträge müssen schriftlich bis drei Wochen vor der Mitgliederversammlung bei der FIfF-Geschäftsstelle eingegangen sein.
10. Verschiedenes
11. Genehmigung des Beschlussprotokolls

gez. Stefan Hügel
für den Vorstand und die Geschäftsstelle des FIfF

Das FIfF bittet um Eure Unterstützung

Viermal im Jahr geben wir die FIfF-Kommunikation heraus. Sie entsteht durch viel ehrenamtliche, unbezahlte Arbeit. Doch ihre Herstellung kostet auch Geld – Geld, das wir nur durch eure Mitgliedsbeiträge und Spenden aufbringen können.



Auch unsere weitere politische Arbeit kostet Geld für Öffentlichkeitsarbeit, Aktionen und Organisation. Dazu gehören unsere jährlich stattfindende FIfF-Konferenz, der Weizenbaum-Preis, weitere Publikationen und die Kommunikation im Web: Neben der tatkräftigen Mitwirkung engagierter Menschen sind wir bei unserer Arbeit auf finanzielle Unterstützung angewiesen.

Bitte unterstützt das FIfF mit einer Spende. So können wir die öffentliche Wahrnehmung für die Themen weiter verstärken, die euch und uns wichtig sind.

Spendenkonto:

Bank für Sozialwirtschaft (BFS) Köln
IBAN: DE79 3702 0500 0001 3828 03
BIC: BFSWDE33XXX



Hans-Jörg Kreowski

Wissenschaft zwischen Krieg und Frieden

am 14. März 2025 fand in Berlin das Kolloquium Wissenschaft zwischen Krieg und Frieden – Verantwortung für eine menschenwürdige Technik- und Gesellschaftsentwicklung anlässlich des 90. Geburtstags von Klaus Fuchs-Kittowski statt. Die Veranstaltung war maßgeblich vom FlFF mitorganisiert. Jetzt ist der Tagungsband mit viel FlFF erschienen: Die Hälfte der Autor:innen sind FlFF-Mitglieder, vier der fünf Herausgeber ebenfalls. Der Band kostet 28,80 € und kann beim trafo-Verlag unter info@trafoberlin.de bestellt werden.

Klappentext

In der Präambel der 1945 verabschiedeten UN-Charta erklären die Unterzeichnerstaaten – inzwischen fast alle in der Welt – die Menschheit vor der Geißel des Krieges zu bewahren. Die Vereinten Nationen haben ihr Versprechen bis heute nicht gehalten. Im Gegenteil hat es seit dem Zweiten Weltkrieg weit über 100 Kriege gegeben. Von den aktuell stattfindenden Kriegen mit teils hohen Opferzahlen sind der Krieg der Russischen Föderation gegen die Ukraine und der Krieg Israels und der Vereinigten Staaten von Amerika gegen den Iran besonders gefährlich, weil sie weltweit gravierende Auswirkungen haben und die Gefahr der Ausweitung in sich bergen. Beide Kriege zeigen zumal gegenüber früheren Kriegen einen gewaltigen Wandel in der bevorzugt eingesetzten Waffentechnologie. So werden von allen Kriegsparteien täglich Hunderte bewaffnete Drohnen abgefeuert – eine Waffe, die es ohne moderne Informationstechnik nicht gäbe. Auch spielen – weniger offensichtlich – digitalisierte Ausspähung, Überwachung und Kriegsplanung eine immer bedeutendere Rolle.

Der vorliegende Band dokumentiert das Kolloquium *Wissenschaft zwischen Krieg und Frieden – Verantwortung für eine menschenwürdige Technik- und Gesellschaftsentwicklung*, das am 14. März 2025 in Berlin stattfand. Die Beiträge diskutieren moderne Waffen- und Kriegstechnik sowie verschiedene Szenarien im Kontext von Krieg und Frieden, aber auch Auswege hin zum Frieden in der Welt, wie sie beispielsweise die Idee des Digitalen Humanismus weist.

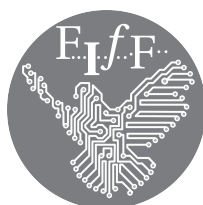
Inhaltsverzeichnis

- *Frank Fuchs-Kittowski, Wolfgang Hofkirchner, Hans-Jörg Kreowski, Gerhard Pfaff, Christian Stary*: Editorial
- *Hans-Jörg Kreowski*: Die Digitalisierung des Kriegs
- *Rainer Rehak*: Der Mythos der „gezielten Tötung“ – Zur Verantwortung von KI-gestützten Zielsystemen am Beispiel „Lavender“
- *Wolfgang Hofkirchner*: Imperative einer Friedenslogik für die Schicksalsgemeinschaft der Menschheit
- *Klaus Fuchs-Kittowski*: Wider den Geist einer geistlosen Zeit, die Macht der Computer und die Zerstörung der Vernunft – Verantwortung für eine menschenwürdige Technik- und Gesellschaftsentwicklung



Frank Fuchs-Kittowski, Wolfgang Hofkirchner, Hans-Jörg Kreowski, Gerhard Pfaff, Christian Stary (Hrsg.), 2026
Wissenschaft zwischen Krieg und Frieden – Verantwortung für eine menschenwürdige Technik- und Gesellschaftsentwicklung
285 Seiten, Preis € 28,80
ISBN 978-3-86464-292-0

- *Christian Fuchs*: Klaus Fuchs-Kittowskis Radikaler Digitaler Humanismus: Ein kritischer Ansatz im Forschungsbereich Informatik und Gesellschaft
- *Christian Stary*: Das Wechselverhältnis von digitaler Transformation und Informations- und Wissensgenerierung
- *Dieter Segert*: Protest gegen Aufrüstung und Krieg – Fragen zu seiner politischen Wirkung
- *Heinrich Niemann*: Nach der Pandemie – Lehren und Fragen aus ärztlicher Sicht
- *Joachim Wernicke*: NATO-Osterweiterung seit 1989: Äußerer Eingriff und Wirtschaftszerstörung – BRD gegen DDR sowie 2+4-Vertrag
- *Rainer Fischbach*: Das Titanic-Syndrom: Fehlsteuerung in Technik und Politik
- *Marianne Linke*: Wie greifen Kriege in die Umwelt ein?
- *Gerhard Pfaff*: Wanderer zwischen Naturwissenschaft, Informatik und Philosophie – Laudatio für Klaus Fuchs-Kittowski
- *Christiane Floyd*: „Inmitten der Brandung“ – Laudatio für Klaus Fuchs-Kittowski
- *Klaus Fuchs-Kittowski*: Replik des Gewürdigten: Philosophie – Bio-Kybernetik – Informatik



Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung

Wir sind ...

... etwa 700 engagierte Menschen aus Wissenschaft und Praxis. Wir sind Fachleute der Informatik und Informationstechnik. Wir denken bei unserer Arbeit auch über deren Konsequenzen nach. Wir wissen, dass nicht alle Probleme technisch lösbar sind. Wir heißen alle willkommen, die Informationstechnik verwenden und sich Gedanken über deren gesellschaftlichen Auswirkungen machen.

Allen, die sich mit Informatik und Informationstechnik beschäftigen – in der Ausbildung, im Beruf oder danach, in Wissenschaft

und Praxis – wollen wir ein Forum für eine kritische und lebendige Auseinandersetzung bieten – offen für alle, die mitarbeiten möchten oder auch einfach nur informiert bleiben wollen.

Unsere Arbeit wird vom FIfF-Vorstand koordiniert – unterstützt durch die FIfF-Geschäftsstelle. In wissenschaftlichen Fragen unterstützt uns der Beirat des FIfF. Wir kooperieren mit vielen in- und ausländischen Initiativen und Organisationen.

FIfF online

Website: Aktuelles, Regionalgruppen, Publikationen, Aktivitäten, Texte und Themen

<https://www.fiff.de>

Mitmachen:

<https://www.fiff.de/mitmachen>

Regionalgruppen:

<https://www.fiff.de/regionalgruppen>

Videos und Vorträge:

<https://video.fiffkon.de>

Social Media:

Mastodon: https://mastodon.bits-und-baeume.org/@fiff_de

Mitglieder-Wiki und IT-Handbuch:

<https://www.fiff.de>

FIfF-Mailinglisten

Überblick: <https://www.fiff.de/maillinglisten>

Allgemeine FIfF-Mailingliste:

Anmeldung per Mail: fiff-l-subscribe@lists.fiff.de

Newsletter (etwa alle drei Monate):

Anmeldung per Mail: newsletter-subscribe@lists.fiff.de

Presseverteiler:

Anmeldung per Mail: presse-subscribe@lists.fiff.de

FIfF-Beirat

Ute Bernhardt (Berlin); **Dagmar Boedicker** (München); Dr. **Phillip W. Brunst** (Köln); Prof. Dr. **Christina B. Class** (Jena); Prof. Dr. **Wolfgang Coy** (Berlin); Prof. Dr. **Wolfgang Däubler** (Bremen); Prof. Dr. **Christiane Floyd** (Berlin); Prof. Dr. **Klaus Fuchs-Kittowski** (Berlin); Prof. Dr. **Michael Grütz** (München); Prof. Dr. **Thomas Herrmann** (Bochum); Prof. Dr. **Wolfgang Hesse** (München); Prof. Dr. **Eva Hornecker** (Weimar); **Werner Hülsmann** (München); **Ulrich Klotz** (Frankfurt am Main); Prof. Dr. **Klaus Köhler** (Mannheim); Prof. Dr. **Jochen Koubek** (Bayreuth); Dr. **Constanze Kurz** (Berlin); Prof. Dr. **Klaus-Peter Löhr** (†); Prof. Dr. **Dietrich Meyer-Ebrecht** (Aachen); **Werner Mühlmann** (Calau); Prof. Dr. **Arno Rolf** (Hamburg); Prof. Dr. **Alexander Rossnagel** (Kassel); **Ingo Ruhmann** (Berlin); Prof. Dr. **Gerhard Sagerer** (Bielefeld); Prof. Dr. **Gabriele Schade** (Erfurt); **Ralf E. Streibl** (Bremen); Prof. Dr. **Marie-Theres Tinnfeld** (München); Prof. Dr. **Eberhard Zehendner** (Jena)

FIfF-Vorstand

Stefan Hügel (Vorsitzender) – Frankfurt am Main
Dr. Rainer Rehak (stellv. Vorsitzender) – Berlin
Michael Ahlmann – Kiel / Blumenthal
Gilbert Assaf – Berlin
Prof. Dr. Wolfgang Hofkirchner – Wien
Sylvia Johnigk – München
Siobhan Kraus – Münster
Prof. Dr. Hans-Jörg Kreowski – Bremen
Kai Nothdurft – München
Dr. Friedrich Strauß – München
Margita Zallmann – Bremen

FIfF-Geschäftsstelle

Ingrid Schlagheck (Geschäftsführung) – Bremen

Impressum

Herausgeber	Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e. V. (FlFF)
Verlagsadresse	FlFF-Geschäftsstelle Goetheplatz 4 D-28203 Bremen Tel. (0421) 33 65 92 55 fiff@fiff.de
Erscheinungsweise	vierteljährlich
Erscheinungsort	Bremen
ISSN	0938-3476
Auflage	1.200 Stück
Heftpreis	7 Euro. Der Bezugspreis für die FlFF-Kommunikation ist für FlFF-Mitglieder im Mitgliedsbeitrag enthalten. Nichtmitglieder können die FlFF-Kommunikation für 28 Euro pro Jahr (inkl. Versand) abonnieren.
Hauptredaktion	Dagmar Boedicker, Stefan Hügel (Koordination), Sylvia Johnigk, Hans-Jörg Kreowski, Ingrid Schlagheck
Schwerpunktredaktion	Bernard Robben, Margita Zallmann
V.i.S.d.P.	Stefan Hügel
Retrospektive	Beiträge für diese Rubrik bitte per E-Mail an redaktion@fiff.de
Lesen, SchlussFlFF	Beiträge für diese Rubriken bitte per E-Mail an redaktion@fiff.de
Layout	Berthold Schroeder, München
Cover	Tanz mit einem digitalen Schwarm, Jörg Streese
Druck	BerlinDruck GmbH + Co. KG, 28832 Achim Heftinhalt auf 100 % Altpapier gedruckt.



Die FlFF-Kommunikation ist die Zeitschrift des „Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung e. V.“ (FlFF). Die Beiträge sollen die Diskussionen unter Fachleuten anregen und die interessierte Öffentlichkeit informieren. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die jeweilige Autor:innen-Meinung wieder.

Die FlFF-Kommunikation ist das Organ des FlFF und den politischen Zielen und Werten des FlFF verpflichtet. Die Redaktion behält sich vor, in Ausnahmefällen Beiträge abzulehnen.

Nachdruckgenehmigung wird nach Rücksprache mit der Redaktion in der Regel gern erteilt. Voraussetzung hierfür sind die Quellenangabe und die Zusendung von zwei Belegexemplaren. Für unverlangt eingesandte Artikel übernimmt die Redaktion keine Haftung.

Wichtiger Hinweis: Wir bitten alle Mitglieder und Abonnent:innen, Adressänderungen dem FlFF-Büro möglichst umgehend mitzuteilen.

Aktuelle Ankündigungen

FlFF-Konferenz 2026: 30.10. bis 1.11.2026

im Theater im Delphi, Gustav-Adolf-Straße 2, 13086 Berlin
Keine Panik! Resilienz in der Polykrise

FlFF-Mitgliederversammlung 2026

im Theater im Delphi, Gustav-Adolf-Straße 2, 13086 Berlin
Sonntag, 1. November 2026, 12:00 – 14:00 Uhr

FlFF-Kommunikation

4/2026 Informatik und Gesellschaft
Hans-Jörg Kreowski, Stefan Hügel
Redaktionsschluss: 7. November 2026

Zuletzt erschienen:

3/2025 KI, Arbeit, Bildung, Frieden
4/2025 Big Tech und drumherum – Die Gier nach Macht und Geld
1/2026 FlFF-Konferenz 2025: Digitaler Humanismus für eine techno-öko-soziale Transformation der Weltgesellschaft
2/2026 Digitale Souveränität

W&F – Wissenschaft & Frieden

4/25 Autoritäre Wende: Repression – Militarisierung – Faschisierung
1/26 See der Inseln / Ozeanien
2/26 Friedensbewegung(en) heute – Reflexionen und Impulse
3/26 Neue Technologien im Krieg: Probleme – Regulierung – Eindämmung

vorgänge – Zeitschrift für Bürgerrechte und Gesellschaftspolitik

#252 Demokratisierung
#253 Einengung der Diskursräume
#254 Menschenrechte in Lieferketten
#255 Wohnungslosigkeit

DANA – Datenschutz-Nachrichten

3/25 Datenschutz in der Roulette-Koalition
4/25 Das Internet der Dinge
1/26 Biometrie
2/26 Europäische Entwicklungen

Das FlFF-Büro

Geschäftsstelle FlFF e. V.

Ingrid Schlagheck (Geschäftsführung)
Goetheplatz 4, D-28203 Bremen
Tel.: (0421) 33 65 92 55
E-Mail: fiff@fiff.de
Die Bürozeiten finden Sie unter www.fiff.de

Bankverbindung

Bank für Sozialwirtschaft (BFS) Köln
Spendenkonto:
IBAN: DE79 3702 0500 0001 3828 03
BIC: BFSWDE33XXX

Kontakt zur Redaktion der FlFF-Kommunikation:

redaktion@fiff.de
PGP-Key: <https://www.fiff.de/pgp>

Schluss F.I.f.F..

Johann Wolfgang von Goethe

Der Zauberlehrling

Hat der alte Hexenmeister
Sich doch einmal wegbegeben!
Und nun sollen seine Geister
Auch nach meinem Willen leben.
Seine Wort' und Werke
Merk't' ich, und den Brauch,
Und mit Geistesstärke
Thu' ich Wunder auch.

Walle! walle
Manche Strecke,
Daß, zum Zwecke,
Wasser fließe,
Und mit reichem vollem Schwall
Zu dem Bade sich ergieße.

Und nun komm, du alter Besen!
Nimm die schlechten Lumpenhüllen;
Bist schon lange Knecht gewesen;
Nun erfülle meinen Willen!
Auf zwey Beinen stehe,
Oben sey ein Kopf,
Eile nun und gehe
Mit dem Wassertopf!

Walle! walle
Manche Strecke,
Daß, zum Zwecke,
Wasser fließe,
Und mit reichem vollem Schwall
Zu dem Bade sich ergieße.

Seht, er läuft zum Ufer nieder;
Wahrlich! ist schon an dem Flusse,
Und mit Blitzesschnelle wieder
Ist er hier mit raschem Gusse.
Schon zum zweytenmale!
Wie das Becken schwillt!
Wie sich jede Schale
Voll mit Wasser füllt!

Stehe! stehe!
Denn wir haben
Deiner Gaben
Vollgemessen! –
Ach, ich merk' es! Wehe! wehe!
Hab' ich doch das Wort vergessen!

Ach das Wort, worauf am Ende
Er das wird, was er gewesen.
Ach, er läuft und bringt behende!
Wärs't du doch der alte Besen!
Immer neue Güsse
Bringt er schnell herein,
Ach! und hundert Flüsse
Stürzen auf mich ein.

Nein, nicht länger
Kann ich's lassen;
Will ihn fassen.
Das ist Tücke!
Ach! nun wird mir immer bänger!
Welche Miene! welche Blicke!

O, du Ausgebur't der Hölle!
Soll das ganze Haus ersaufen?
Seh' ich über jede Schwelle
Doch schon Wasserströme laufen.
Ein verruchter Besen,
Der nicht hören will!
Stock, der du gewesen,
Steh doch wieder still!

Willst's am Ende
Gar nicht lassen?
Will dich fassen,
Will dich halten,
Und das alte Holz behende
Mit dem scharfen Beile spalten.

Seht, da kommt er schleppend wieder!
Wie ich mich nun auf dich werfe,
Gleich, o Kobold, liegst du nieder;
Krachend trifft die glatte Schärfe.
Wahrlich! brav getroffen!
Seht, er ist entzwey!
Und nun kann ich hoffen,
Und ich athme frei!

Wehe! wehe!
Beide Theile
Stehn in Eile
Schon als Knechte
Völlig fertig in die Höhe!
Helft mir, ach! ihr hohen Mächte!

Und sie laufen! Naß und nasser
Wird's im Saal und auf den Stufen.
Welch entsetzliches Gewässer!
Herr und Meister! hör' mich rufen! –
Ach da kommt der Meister!
Herr, die Noth ist groß!
Die ich rief, die Geister,
Werd' ich nun nicht los.

„In die Ecke,
Besen! Besen!
Seyd's gewesen.
Denn als Geister
Ruft euch nur, zu seinem Zwecke,
Erst hervor der alte Meister.“

Entstanden 1797, erschienen 1827. Goethe's Werke. Vollständige Ausgabe letzter Hand. Erster Band. S. 217–220.
https://de.wikisource.org/wiki/Der_Zauberlehrling_%281827%29

Geeignete Texte für den SchlussFiff bitte mit Quellenangabe an redaktion@fiff.de senden.