

Zukunftstechnologien und ihre Bedeutung für die Lehrkräftebildung

Kritische Erwägungen im Spannungsfeld von Medienbildung,
informatischer Bildung und Bildungsrobotik

Theo Hug (Innsbruck)

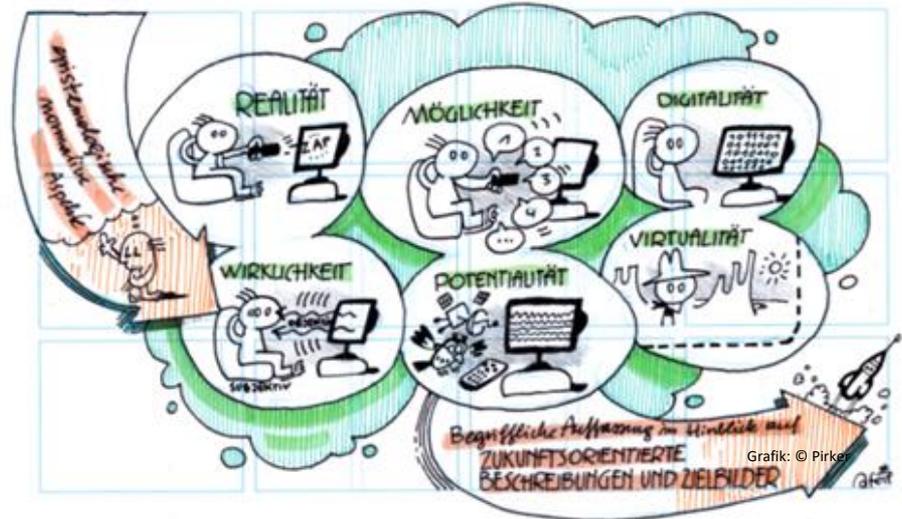
Inspirationstag des DigiLLabs
am 10. Februar 2025

Pädagogik,
3D-Druck
und Robotik



Übersicht

- Vorbemerkung zum Thema Zukunftstechnologien
- historische Anmerkungen
- Auswahl von Beispielen zur Veranschaulichung der Thematik
- Konvergenzen und metaphernkritische Überlegungen
- Ambivalenzen und Herausforderungen
- Fazit

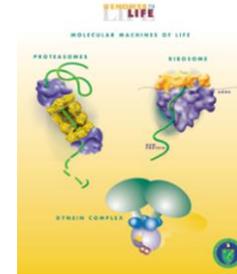


Vorbemerkung zum Thema Zukunftstechnologien

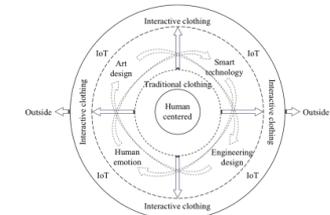
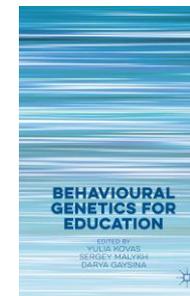
➤ Heute haben wir es mit einer Vielzahl von Zukunftstechnologien zu tun - darunter fallen u.a. auch

- Synthetische Biologie und molekulare Maschinen
- Quantentechnologien
- Nanotechnologien
- Bioelektronik
- Behavioral Genetics
- Wearables
- „intelligente Werkstoffe“, Biokomposit-Werkstoffe und programmierbare Materialien
- Machine Education

➤ lange Geschichte einerseits und aktuelle Vielgestaltigkeit von mehr oder weniger „gehypten“ Zukunftstechnologien andererseits



Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2109673>



Wang et al. 2018: 315; Wagner 2019: 21)

Swarm Intelligence (2021) 16:29–46
https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9820-6_5

A machine education approach to swarm decision-making in best-of-n problems

Aya Hosseini¹ · Sondoss Etawah¹ · Eleri Petráková² · Hussein A. Abbasi³

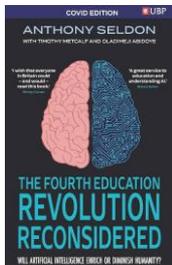
Received: 12 January 2021 / Accepted: 25 October 2021 / Published online: 22 November 2021
© The Author(s), under exclusive license to Springer Science+Business Media, LLC and/or Springer Nature 2021

Abstract
In swarm decision making, hand-crafted agents' make that use local information to achieve desirable swarms-level behaviors is a non-trivial design problem. Instead of relying entirely on swarm experts for designing these local rules, machine learning (ML) algorithms can be utilized for learning some of the local rules by mapping an agent's perception to an appropriate action. To facilitate this process, we propose the use of Machine Education (ME) as a systematic approach for designing a curriculum for teaching the agents the required skills to autonomously select appropriate behaviors. We study the use of ME in the context of decision making in best-of-n problems. The proposed approach draws on swarm robotics expertise for identifying agents' capabilities and limitations, the skills required for generating the desirable behaviors, and the corresponding performance metrics. In addition, ME utilizes ML expertise for the selection and development of the ME algorithms suitable for each skill. The results of the experimental evaluations demonstrate the superior efficacy of the ME-based approach over the state-of-the-art approaches with respect to speed and accuracy. In addition, our approach shows considerable robustness to changes in swarm size and to changes in sensing and communication noise. Our findings promote the use of ME for teaching swarm members the required skills for achieving complex swarm tasks.

Keywords Collective decision-making · Consensus achievement · Curriculum learning · Multi-agent system · Reinforcement learning

historische Anmerkungen

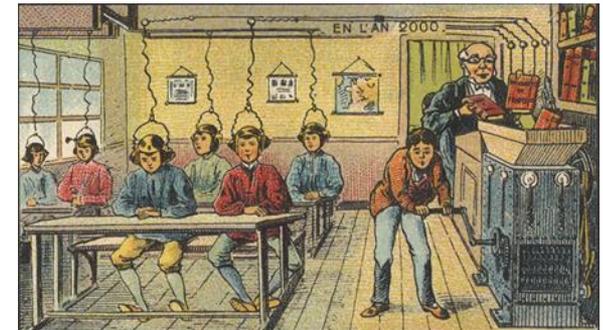
- Imaginationsgeschichte automatisierter Anwendungen (vgl. Wittig 1997)
- Automatismen und Robotik – vielfältige Entwicklungen von der Antike bis zur Gegenwart (vgl. Bublitz et al. 2010)
- historische „Bildungsrevolutionen“ – aktuell u.a. unter dem Label „Education 4.0“:



„As with AI in general, education is the Cinderella subject of the vast robot literature.“
(Seldon et al. 2020, S. 152)



Heron von Alexandria (aka Mechanicus)
Unknown - <http://www.ihp.uioowa.edu/products/history/hoh/hero.html> and
http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Heron_von_Alexandria.jpeg, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3153152>



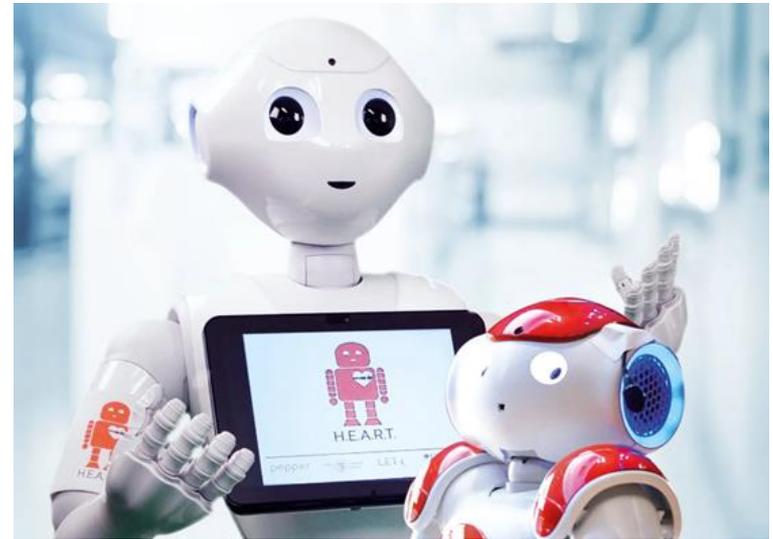
En l'an 2000, A l'Ecole, 1900-1906: Ausschnitt aus der Chromolithographie von Pierre Vieillelard und Söhne
(Quelle: Ji-Elle, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons)



By ITU Pictures from Geneva, Switzerland -
<https://www.flickr.com/photos/itupictures/27254369347/>, CC BY 2.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=69218227>

Anschauungsbeispiele (1/3)

- humanoide Roboter als „Partner“ im Bildungsbereich
 - Assistenz-, Beratungs-, Informations-, und Prüfungsfunktionen
 - drei Stärken
 - Fähigkeit für verkörperten multimodalen Dialog mit dem Menschen
 - Befähigung zum intelligenten Umgang mit Emotionen
 - Fähigkeit zum Aufbau von Beziehungen mit Menschen
- (Weber / Zeaiter 2018, S. 237)



Pepper und NAO (Quelle: <https://tinyurl.com/5n7k3v2d>)

*Humanoid Emotional Assistant Robots in Teaching
(H.E.A.R.T., www.project-heart.de)*

Anschauungsbeispiele (2/3)

- humanoide Roboter als „Interfaces“ im Unterricht
- anthropomorphe Züge, Elemente non-verbaler Kommunikation und emotionale Gesichtsausdrücke
- Ansprüche der Steigerung des Interesses, der Lernmotivation und der Konzentrationsfähigkeit der Lernenden sowie grundlegendere Ansprüche

„Toward the achievement of a humanoid robot with anthropomorphic properties making the robot so real that it cannot be distinguished from a living human.“

(Hashimoto / Kato / Kobayashi 2011, S. 52)



Beispiele für Gesichtsausdrücke von SAYA
Quelle: Hashimoto / Kato / Kobayashi (2011, S. 52)

Anschauungsbeispiele (3/3)

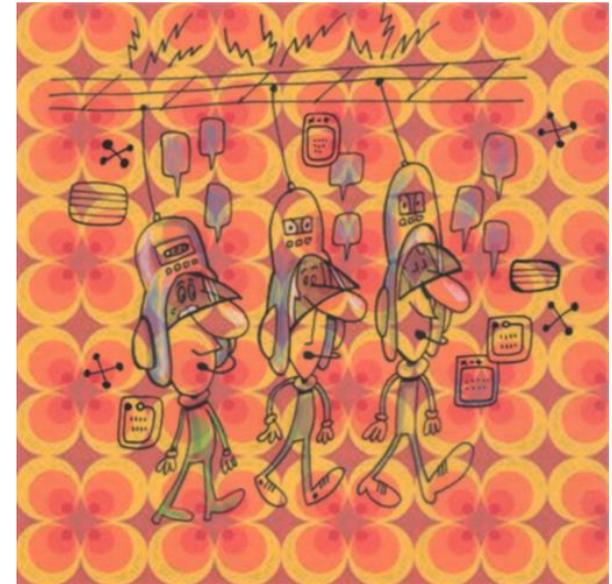
- humanoide Roboter als „Assistenzen“ im Unterricht
- kollaboratives Lehr-Lern-Modell, das auf ein Zusammenwirken menschlicher und Künstlicher Intelligenz (KI) ausgerichtet ist
- Verbesserung der Performanz von Lehrenden und Studierenden sowie Optimierung der Workloads für Lehrende
- kontinuierliche Weiterentwicklung in lerntechnologischen und inhaltlichen Hinsichten



Eagle 2.0 im Einsatz – Humanoider Roboter an einer Indus International School in Bengaluru (Indien) (<https://indusschool.com/>)
Quelle: edexlive (<https://tinyurl.com/6p6378w5>)

Konvergenzen

- automatisierte Bildungssysteme als Antwort auf Mangelsituationen in Analogie zu anderen Bereichen (vgl. Pflegekräfte oder Priester:innen)
- Ansprüche einer allgemeinen Bildungsrobotik vs. Roboter als Gegenstand der technischen Bildung und als didaktische Werkzeuge
- Ansprüche über bekannte adaptive Lernsysteme und Chatbot-Programmierungen hinaus
- Ansprüche skalierbarer Lösungskapazitäten im Hinblick auf diverse bildungsrelevante Probleme
- Ansprüche der grundsätzlichen Eignung und Relevanz für institutionalisierte Bildungskontexte
- unterkomplexe Begründungen in bildungs- und lerntheoretischen sowie in medien- und kommunikationstheoretischen Hinsichten



Grafik: © Pirker

Relevanz nicht nur der Ökonomie, politischen Ideologien und rechtlichen Regulierungen, sondern auch der Diskurse, Metaphern und zukunftsbezogenen Rhetoriken



metaphernkritische Überlegungen (1/3)

- ambivalente Rolle von Metaphern und begriffspolitische Dimensionen
- Spektrum von Metaphertheorien und –methodologien sowie Analysemethoden (vgl. Blumenberg 1998; Lakoff / Johnson 1998; Rolf 2005; van den Boomen 2014; Schmitt et al. 2018; Manzeschke / Gransche 2024)
- Ablaufschema im Anschluss an Niedermair (2001) und Schmitt et al. (2018)
 - Spezifizierung des Materials
 - Explikation der Forschungsfragen
 - Sammlung und Reformulierung von metaphorischen Ausdrücken
 - Bündelung von metaphorischen Begriffen und zentralen Motiven
 - Interpretation und Integration in den Argumentationszusammenhang
- Konkretisierungen auf der Basis einer Auswahl von Textstellen
Fokus: humanioider Roboter und Robotersysteme (Pepper, NAO, „Eagle“, „Elias“, etc.)
Rahmen: Lernapplikation, Interface, Lehrkraft, Co-Teacher, Tutor, AI Mentor, etc.
- Bündelung der metaphorischen Konzepte – Rahmung von Robotern
 - als unterstützende und begleitende Instanzen für tutorielle Aufgaben, Assistenzfunktionen
 - als eigenständige Lehrkräfte, Co-Teacher und Lernbegleiter

metaphernkritische Überlegungen (2/3)

➤ Bündelung zentraler Motive

- Erfüllung alter Vorstellungsbilder von Technologien und Automaten
- Innovationsparadoxon
- „lernende“ und „autonom“ agierende Maschinen ermöglichen subjektiv und institutionell bedeutsame Mensch-Maschine-Beziehungen
- soziale und kognitive Mobilität der metaphorischen Konzepte insbesondere im Kontext der Bildungs-, Wirtschafts- und Forschungspolitik, der pädagogischen Praxis sowie der Förderung lerntechnologischer Entwicklungen
- Vermittlung positiver Stimmungen und akzeptierender Haltungen gegenüber Robotern – metaphorische Gehalte der emotionalen Kälte und „harten Arbeit“ (vgl. „robota“ bei Capek 1999) bleiben im Hintergrund
- Vision von digitaltechnologischen Lösungen für pädagogische und bildungsbezogene Aufgaben und Probleme, die wesentlich auf dem Hintergrund des technisch Machbaren und ökonomisch für relevant Befundenen gerahmt werden



Grafik: © Pirker

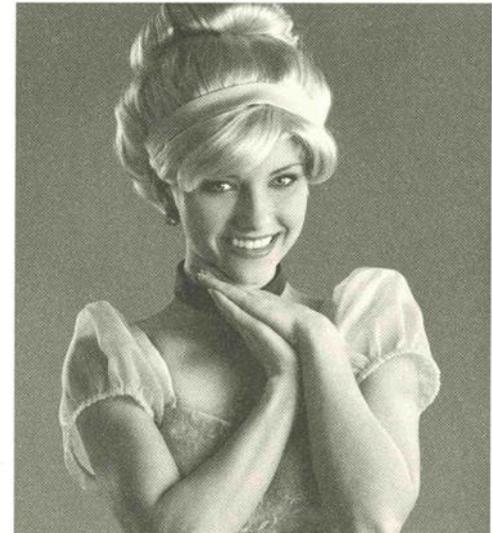
metaphernkritische Überlegungen (3/3)

➤ erhellende und verdeckende Aspekte der metaphorischen Ausdrucksweisen

- öffnen den Blick für technologische Fortschritte an den Nahtstellen von Robotik, maschinellem Lernen und lerntechnologischen Systemen
- zeigen Möglichkeiten der fruchtbaren Interaktion von teilautonomen Maschinen und Menschen auf
- Optionen der Förderung instrumenteller Lernprozesse und der partiellen Entlastung von Routineaufgaben
- verdeutlichen Entwicklungspotenziale und Geschäftsfelder für die Bildungsindustrie und für IT-Unternehmen
- lenken die Aufmerksamkeit auf privatwirtschaftliche Entwicklungen im digitalen Kapitalismus auch im Bildungswesen
- unterstreichen den Diskussionsbedarf hinsichtlich aktuell relevanter „Pädagogisierungsformeln“ (vgl. Veith 2003)
- Stereotypisierung von spezifischen Lehr-Lernarrangements und *pars pro toto* Darstellungen
- irreführender Charakter der Rahmungen u.a. in Bezug auf Fragen der Leistungsfähigkeit, Verantwortung, Autonomie und die Unvermeidbarkeit der technologischen Entwicklungen
- fiktionaler Charakter der umfassenden Verfügbarkeit über Lern- und Bildungsprozesse, Ignoranz hinsichtlich der Grenzen der Berechenbarkeit
- Ausblendung der kommerziellen Interessen der Bildungsindustrie, der Kosten und der Hintergrundarbeit („Ghostwork“) beim „Trainieren“ der KI
- „Befreiungsrhetorik“, die mit der Schaffung neuer Abhängigkeiten und Verschiebungen von Zuständigkeiten und auch mit einer Entwertung pädagogischer Professionalität korrespondiert
- Ausblendung unbewusster Dimensionen (vgl. Millar 2021) und von Problemen des Datenschutzes, Unterbewertung von ethischen Problemen (vgl. Sharkey 2016; Selwyn 2019; Smakman/Konijn 2020)

Ambivalenzen und Herausforderungen

- Aschenputtels Hochzeit ist unwahrscheinlich – der Wandel historisch-medialer Konstellationen legt eher ko-evolutionäre Perspektiven nahe
- Die Zuschreibung von *Agency* zu nicht-menschlichen Akteuren bedeutet nicht, dass Roboter einen „Kant-Test“ bestanden hätten (Leschke 2018, S. 93)
- „Postismen“ und „der“ Posthumanismus
- Beispiele aktuell relevanter Spannungsfelder
 - Anthropomorphismen und Robomorphismen (Funk 2024)
 - Humanisierung digitaler Schnittstellen versus Monetarisierung digitaler Schnittstellen
 - bildungs- und medientheoretisch informierte Konzepte versus variable Auflistungen von marktrelevanten digitalen Kompetenzen, Literacies und Skills
 - demokratische Prinzipien versus Orientierung an technofeudalistischen Normalitätserwartungen
 - Innovationspfade und Innovationsrhetoriken
 - Kultivierung von Wissensdiversität



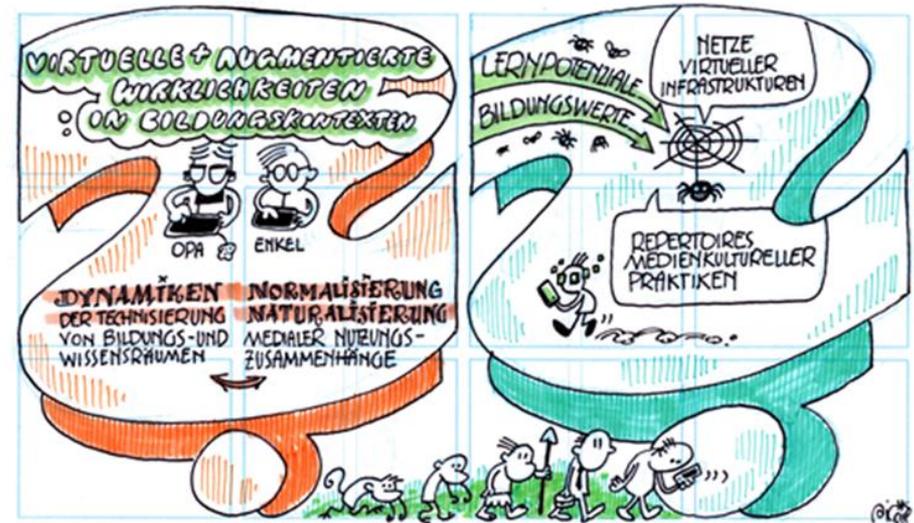
AI in education has been the Cinderella of the AI story, largely ignored in the literature and by governments, companies and educational institutions worldwide. This needs to change rapidly: AI should be the fairy-tale princess or the Prince Charming in education.

Text-Bild-Komposition zur Rolle von KI in der Bildung
(Quelle: Seldon et al. 2020, S. 0 [sic!])

Fazit

- Diskursfolgenabschätzung angesichts der beschreibenden, (des-)orientierenden und rahmenden Funktionen von Metaphern, Narrativen und Diskursen
- Roboter sind keine naturgesetzlichen Entwicklungen, die sich als dritte Spezies im Zuge ko-evolutionärer Dynamiken eigenständig entwickelt haben und nun unaufhaltsam immer weitere Arbeits- und Lebensbereiche erschließen
- Perspektiven der Medienbildung sind ähnlich wie der Ethik:

„KI erzeugt Fragen und Probleme, welche die Ethik aus ihrem altherwürdigen Zentrum katapultieren – z.B. moralische Maschinen oder künstliches Bewusstsein als Grundlage für Robotergesetze. Man kann das aber auch herumdrehen: Vielleicht sind es ja doch Radialkräfte, die Ethik in Zentrumnähe halten – z.B. durch Regulierung und Kodizes oder die Entmystifizierung technologischer Verheißungen.“
(Funk 2024, S. 96)



Grafik: © Pirker

Literatur (Auswahl)

- Belpaeme, Tony; Tanaka, Fumihide (2021): Social Robots as educators. In: OECD (ed.) (2021): *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*. Paris: OECD Publishing, pp. 143-158. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- BMBWF (2023): Auseinandersetzung mit Künstlicher Intelligenz im Bildungssystem. Online-Dokument: https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:b77eacd7-3926-460e-955a-0754e419e577/ki_bildungssystem.pdf (2024-04-28)
- Bosede, Edwards / Cheok, Aadrian D. (2018): Why Not Robot Teachers: Artificial Intelligence for Addressing Teacher Shortage. *Applied Artificial Intelligence*, 32(4), pp. 345–360. <https://doi.org/10.1080/08839514.2018.1464286>
- Bublitz, Hannelore; Marek, Roman; Steinmann, Christina L.; Winkler, Hartmut (2010): *Automatismen*. München: W. Fink
- Funk, Michael (2024): Nichtwissen ist Macht! Künstliche Intelligenz und ihre diversen Ethiken. In: Beinstener, Andreas; Dittrich, Ann-Kathrin; Hug, Theo (Hrsg.) (2024): *Wissensdiversität und formatierte Bildungsräume*. Innsbruck: iup, S. 41-58.
- Hashimoto, Takuya / Kato, Naoki / Kobayashi, HHiroshi (2011): Development of Educational System with the Android Robot SAYA and Evaluation. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. 8(3), 51-61. doi:[10.5772/10667](https://doi.org/10.5772/10667)
- Herbrechter, Stefan (2014): Posthumanistische Bildung? *Jahrbuch für Pädagogik*, 1, S. 267–281. https://doi.org/10.3726/265764_267
- Hug, Theo (2024): Roboter als Lehrkräfte? Kritische Erwägungen aus der Perspektive der Medienbildungs- und Metaphernforschung. In: Funk, Michael (Hrsg.), *Informatik und Gesellschaft – Ein umfassender Grundkurs*. Wiesbaden: Springer Vieweg/Nature (im Erscheinen).
- Manzeschke, Arne & Gransche, Bruno (2024): Bilder machen Menschen. Zur Bildermacht der Künstlichen Intelligenz. In: Heinlein, Michael & Huchler, Norbert (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz, Mensch und Gesellschaft*. Springer VS, Wiesbaden, S. 109-130. https://doi.org/10.1007/978-3-658-43521-9_5
- Millar, Isabel (2021): *The Psychoanalysis of Artificial Intelligence*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67981-1>
- Schiefner-Rohs, Mandy; Hofhues, Sandra; Breiter, Andreas (Hrsg.) (2023): *Datafizierung (in) der Bildung: Kritische Perspektiven auf digitale Vermessung in pädagogischen Kontexten*. Bielefeld: Transcript.
- Seldon, Anthony / Metcalf, Timothy / Abidoye, Oladiemji (2020): *The Fourth Education Revolution: Will Artificial Intelligence Enrich or Diminish Humanity?* Buckingham: The University of Buckingham Press.
- Selwyn, Neil (2019): *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Cambridge/UK: Polity Press.
- Shanks, Rachel (2020): 30 years of ICT in education: reflecting on educational technology projects. *Seminar.Net*, 16(2), 15. <https://doi.org/10.7577/seminar.4047>.
- Sharkey, Amanda J.C. (2016): Should we welcome robot teachers? *Ethics and Information Technology*, 18(4), S. 283–297. <https://doi.org/10.1007/s10676-016-9387-z>
- Smakman, Matthijs / Konijn, Elly A. (2020). Robot tutors: Welcome or ethically questionable? In: Merdan, Munir / Lepuschitz, Wilfried / Koppensteiner, Gottfried / Balogh, Richard / Obdržálek, David (Eds.), *Robotics in Education: Current Research and Innovations*. Cham: Springer, S. 376-386. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26945-6_34
- Veith, Hermann (2003): Lernkultur, Kompetenz, Kompetenzentwicklung und Selbstorganisation. Begriffshistorische Untersuchungen zur gesellschaftlichen und pädagogischen Konstruktion von Erziehungswirklichkeiten in Theorie und Praxis. In: AG Betriebliche Weiterbildungsforschung e.V. (Hrsg.), *Was kann ich wissen? Theorie und Geschichte von Lernkultur und Kompetenzentwicklung*. Berlin, S. 179-229. Online: www.abwf.de/content/main/publik/report/2003/Report-82.pdf
- Williamson, Ben; Eynon, Rebecca (2020): Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), pp. 223-235, DOI: 10.1080/17439884.2020.1798995
- Wittig, Frank (1997): *Maschinenmenschen. Zur Geschichte eines literarischen Motivs im Kontext von Philosophie, Naturwissenschaft und Technik*. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Zulaica y Mugica, Miguel; Zehbe, Klaus-Christian (Hrsg.) (2022): *Rhetoriken des Digitalen: Adressierungen an die Pädagogik*. Wiesbaden: Springer Vieweg.



https://cdn.pixabay.com/photo/2013/12/03/07/58/exchange-of-ideas-222789_960_720.jpg

Zeit für Diskussion