



13624

## Künstliche Intelligenz (KI) im Schulunterricht – Chancen und Herausforderungen



 | wvb

Die Veröffentlichung von ChatGPT im November 2022, mit welcher erstmals weltweit KI-Technologie verfügbar wurde, steht stellvertretend für andere disruptive Ereignisse im Zuge der digitalen Transformation. Letztere stellt mit ihrer prozessoffenen Entwicklung den Alltag von Bildungseinrichtungen auf allen Ebenen vor Herausforderungen, auf die Antworten gefunden werden müssen, die keinen langen Vorlauf dulden. Für den Vorbereitungsdienst bedeutet das u.a. eine zügige Klärung, auf welche Ziele und Kompetenzen hin Lehrkräfte auszubilden sind. Im vorliegenden Beitrag wird in Verbindung mit einem Umsetzungsbeispiel argumentiert, dass das Dagstuhl-Dreieck geeignete Impulse gibt, um adaptiv dynamische Entwicklungen aufzugreifen und Vorerfahrungen der Lehramtsanwärter:innen mit und Haltungen zu Entwicklungen der digitalen Transformation in den Blick zu nehmen.

Schlagworte: ChatGPT; disruptive Ereignisse; digitale Transformation; Dagstuhl-Dreieck; DPACK; Moore's Gesetz; digitale Kompetenzen  
Zitievorschlag: Dohnicht, Jörg (2025). *Disruptive Phänomene der digitalen Transformation als Herausforderung für Schule und Lehrkräftebildung*. SEMINAR, 31(2), 6-8. Bielefeld: wbv Publikation. <https://doi.org/10.3278/SEM2501W002>

E-Journal Einzelbeitrag  
von: Jörg Dohnicht  
Herausgeber: Bundesarbeitskreis Lehrerbildung e.V. (bak)

## Disruptive Phänomene der digitalen Transformation als Herausforderung für Schule und Lehrkräftebildung

aus: Künstliche Intelligenz (KI) im Schulunterricht (SEM2502W)  
Erscheinungsjahr: 2025  
DOI: 10.3278/SEM2502W002

# Disruptive Phänomene der digitalen Transformation als Herausforderung für Schule und Lehrkräftebildung

JÖRG DOHNICHT

Der 30. November 2022 ist ein Datum, das man als *Zäsur* ansehen kann. Historiker verwenden diesen Begriff immer dann, wenn ein Ereignis ein klares Vorher und Nachher markiert, wenn es als *terminus ante quem* und *terminus post quem* dient. Mit dem Eintreten eines solchen Ereignisses sind grundlegend veränderte bzw. verändernde Verhältnisse verbunden, die es so zuvor nicht gegeben hatte. Das Ereignis, von dem hier die Rede ist, war zunächst nur eine kurze Mitteilung auf der Webseite eines bis dahin weitgehend unbekannten Unternehmens für Erforschung und Einsatz Künstlicher Intelligenz:

„We are excited to introduce ChatGPT to get users' feedback and learn about its strengths and weaknesses. During the research preview, usage of ChatGPT is free. Try it now at [chatgpt.com](https://chatgpt.com)“ (Open AI 2022).

Dieser scheinbaren Randnotiz im Netz folgte eine beispiellose Verbreitung der Nutzeranwendung, wie es sie in der Technikgeschichte in dieser Geschwindigkeit zuvor noch nicht gegeben hatte. Nach zwei Monaten hatte der *ChatBot* bereits weltweit 100 Millionen aktive Nutzer erreicht. Zum Vergleich: Tik-Tok benötigte hierfür neun Monate, Instagram 2 1/2 Jahre (Reuters 2023).

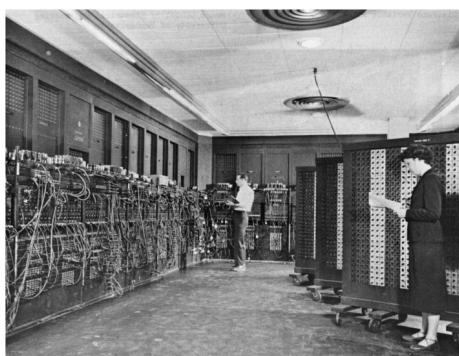
Was macht dieses viral gegangene Ereignis so besonders, dass es in einer Zeitschrift der Lehrkräftebildung einer näheren Betrachtung unterzogen werden müsste? Wir glauben, dass die Bekanntmachung und Zugänglichmachung des ChatBots ChatGPT verschiedene Phänomene der digitalen Transformation zusammengeführt hat, deren gemeinsames, unerwartet plötzliches („disruptives“) Auftreten wie ein Weckruf gewirkt hat, der auf seit Langem sich anbahnende Entwicklungen der digitalen Transformation mit erheblichen Folgen für Schule und Lehrkräftebildung aufmerksam machte.

Insofern scheint es uns angebracht, nach einer Klärung, um was es sich bei der digitalen Transformation handelt, die Frage zu stellen, warum überhaupt Technik das Bildungswesen in einer so tiefgreifenden Weise erschüttern kann, wie es allerorten gegenwärtig zu beobachten ist. In einem dann folgenden Versuch, das Gesagte in gängige Kompetenzmodelle einzurichten, wird die Basis gelegt, um schließlich zu fragen, wie man in der zweiten Phase der Lehrkräftebildung auf das zuvor Erörterte vorbereiten kann.

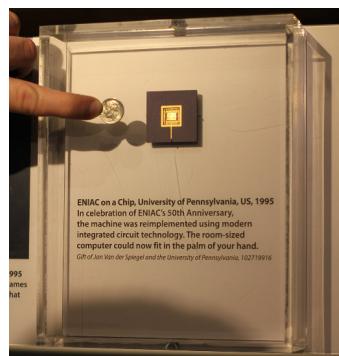
## Digitale Transformation als Voraussetzung für die ChaptGPT-Revolution

Im Frühjahr 1965 erschien in der Zeitschrift *Electronics* ein an ein Fachpublikum gerichteter Beitrag, in welchem über Neuerungen in der Computertechnologie berichtet wurde. Der junge Elektronikingenieur und Naturwissenschaftler Gordon Moore schilderte darin Entwicklungen der Microelectronic, die es ermöglichten, „*to miniaturize electronics equipment to include increasingly complex electronic functions in limited space with minimum weight*“ (Moore 1965, 114).

Die Tragweite dieses Satzes wird anschaulich, wenn man sich vor Augen hält, dass Computer lange Zeit nur als raumfüllende Bauten denkbar waren, wie der erste Universalrechner ENIAC, der mit seinen 17.468 Vakuumröhren bei einem Gesamtgewicht von 27 Tonnen knapp 170 Quadratmeter Grundfläche benötigte (Bergert 2014). Die Programmierung von ENIAC übernahmen sechs Frauen, deren Bedeutung in der Technikgeschichte lange Zeit nicht hinreichend gewürdigt wurde (Dernbach 2016).



**Abbildung 1:** ENIAC 1946 als raumfüllende Einrichtung Von Autor/-in unbekannt – U. S. Army Photo, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=55124>



**Abbildung 2:** ENIAC 1995 als münzgroßer Microchip Michael Hicks from Saint Paul, MN, USA, CC BY 2.0 <https://www.flickr.com/photos/mulad/11200309233/>

In seinem Beitrag erwähnte Moore fast beiläufig, dass die Zahl der Rechenkomponenten, die sich auf engstem Raum zusammendrängten ließen, über einen längeren Zeitraum – Moore dachte zunächst an etwa zehn Jahre – in regelmäßigen Abständen von wenigen Monaten verdoppelt werden könnte. Moore, der spätere Mitgründer und erste CEO von Intel, drückte darin nicht weniger aus, als dass die Entwicklung der IT-Technologie sich exponentiell entwickeln würde. Diese Prognose ging als „Moore'sches Gesetz“ in die Technikgeschichte ein. Die Abbildungen 1 und 2 (oben) zeigen diese Entwicklung. Die Rechenmacht des ENIAC von 1946 passte 1995 bereits auf einen münzgroßen Microchip. Umgekehrt sind die 5000 Rechenoperationen, die ENIAC pro Sekunde bewältigte, im Vergleich zu denen eines Smartphones winzig. Ein Iphone 15 kann in der gleichen Zeit 17 Billionen Operationen durchführen (Rinaldi 2023).

Die dauerhafte Gültigkeit des Moore'schen Gesetzes, das viele Jahrzehnte fortbestand, wurde in der Gegenwart wiederholt mit Verweis auf technische und physikalische Grenzen in Frage gestellt (vgl. Pezzone 2022). Im Gegensatz dazu geht Satya Nadella, CEO von Microsoft, davon aus, dass sich künftig die „Leistungsfähigkeit von Systemen mit Künstlicher Intelligenz“ sogar „alle sechs Monate verdoppeln“ würde (Handelsblatt 2024).

Erwartungen, dass die Dynamik der Entwicklung der Informationstechnologie auf ein Ende zusteure, sind folglich verfrüht, wenn nicht gar illusorisch. Schon Moore sah in dieser Entwicklung eine katalytische Wirkung für viele technische Innovationen, die 1965 noch science fiction waren. So stellte er sich vor, dass damit „wonders“ (sic!) möglich seien wie „home computers (...) automatic controls for automobiles, and personal portable communications equipment. The electronic wristwatch needs only a display to be feasible today“ (Moore 1965, 114). Schaut man sich diese „wonders“ näher an, dann stellt man fest, dass es sich dabei sämtlich um Alltagsgegenstände handelt, deren Existenz im Jahr 2025 kein Staunen mehr auslöst. Übersetzt heißt das: die Technikentwicklung hat seit Moore schleichend ihren Weg in den Alltag der Menschen genommen. Der monumentale ENIAC mit seiner vormals raumfüllenden Rechenmacht findet sich heute in Form von Microchips in unseren Uhren, Küchenmaschinen, Rasenmähern wieder.

Diese Beeinflussung, Durchdringung und Umgestaltung des Alltags durch *Digitalisierung* sind in diesem Beitrag gemeint, wenn von *digitaler Transformation* die Rede ist. *Digitalisierung* lässt sich mit Döbeli Honegger wie folgt beschreiben:

„Reduziert man den allgegenwärtigen Begriff ‚Digitalisierung‘ auf seine technische Bedeutung, so geht es darum, dass sich alle möglichen Daten (Texte, Bilder, Töne, Videos) mit dem gleichen Alphabet, bestehend aus den beiden Zeichen 0 und 1, darstellen lassen. Diese eigentlich ‚binär‘ zu nennende Repräsentation von Daten ermöglicht die drei Grundfunktionen eines Computers, welche die ungeheure Macht der Computertechnologie erklären können (...). So lassen sich dank der Digitalisierung erstens massiv mehr Daten erfassen und unabhängig davon, ob es sich um Bilder, Töne oder Texte handelt, auf den gleichen Datenträgern speichern. Die in standardisierter Form vorliegenden Daten lassen sich zweitens automatisiert, das heißt mit Algorithmen verarbeiten. Und drittens lassen sich alle digitalen Daten sehr einfach und rasch übermitteln und verbreiten, weil für alle Datenarten das gleiche Netzwerk verwendet werden kann“ (Döbeli Honegger 2021, 41).

Digitale Transformation meint folglich deutlich mehr als nur eine ständige Weiterentwicklung und Verbesserung nützlicher Geräte. Sie ermöglicht digitalen Artefakten über das Vehikel der Technikentwicklung in alle Bereiche des Alltags vorzudringen bzw. Nicht-Digitales faktisch zu verdrängen. Das sich dabei akkumulierende Datenmaterial lässt sich durch Vernetzung beliebig verknüpfen. Anders gewendet: der gesamte Alltag, einschließlich dessen, was Menschen über sich diesem System wissentlich oder unwissentlich auf digitalem Weg übertragen, kann von diesem System erfasst, analysiert, ausgewertet und beliebigen Zwecken zugeführt werden. Diese Abtretung persönlichster Informationen erfolgt in den meisten Fällen ganz freiwillig. Wenn ki-basierte Mäh- und Saugroboter lästige Alltagsverrichtungen abnehmen helfen und freie Zeit verschaffen, schwindet die Nachdenklichkeit, ob es eine gute Idee ist, dass die „zur genaueren Ob-

„jekterkennung“ mitfahrende Kamera nicht nur für eine unfallfreie Nutzung sorgt, sondern zugleich den eigenen Garten bzw. Wohnraum kartographiert, nebenbei für den eigentlichen Zweck irrelevante Gegenstände und Menschen mit erfasst und das alles in ein anonymes Datensystem einspeist, von dem man nicht einmal den genauen Standort kennt.

Smart-Watches und Smartphones sind in der Lage, feinstgranulare Gesundheitsdaten aufzuzeichnen und auf Abweichungen mit Alarmen zu reagieren. Sie können so zu einem „Frühwarnsystem für schwere Krankheiten werden“ (Schweitzer 2025). Die digitale Technik hat sich so tief in das Alltagsleben eingegraben, dass sie eine existentielle Bedeutsamkeit erhält. Dafür ist eine Vielzahl von Menschen bereit, über die Preisgabe von Daten bis in die Vitalfunktionen des eigenen Körpers hinein *berechenbar* – und z. B. auch für Versicherungen *taxierbar* – zu werden.

*Mit diesen Feststellungen sind wir bei einem weiten Feld des Themas digitale Transformation angelangt, das den Rahmen dieses Beitrags deutlich übersteigt. Zur Vertiefung des nur Ange-deuteten sei beispielhaft verwiesen auf Han (2024), Kaerlein (2018), Kucklick (2017), Mühlhoff (2018; 2020; 2023), Pariser (2017), Zweig (2019; 2023), Zweig et. al. (2021).*

## **Was hat Technikentwicklung mit Bildungssystemen zu tun?**

Das Auftreten von ChatBots ist ein Beispiel für disruptive Ereignisse, die durch die digitale Transformation ermöglicht werden und die einen hohen Nutzen auch für das Bildungswesen zu haben scheinen, zugleich aber grundsätzliche Fragen aufwerfen. Das bedeutsam Neue, Disruptive, besteht bekanntermaßen darin, dass über eine leicht zugängliche und leicht zu handhabende Schnittstelle ein Zugang zu den Ergebnissen einer jahrzehntelangen Erforschung und Testung von Prozessen der künstlichen Intelligenz ermöglicht wird. Um *Texte, Bilder, Präsentationen, Videos oder Musik* zu erzeugen, genügt es, dem System über Eingabegeräte – schriftlich oder mündlich – in einfachen, alltagssprachlich (!) formulierten Worten zu übermitteln, wie das gewünschte Produkt aussehen soll. Hieraus leitet sich die Bezeichnung „ChatBot“ ab.

Dieser Zusammenhang ist alles andere als trivial. Es sollte nicht für selbstverständlich angesehen werden, dass es keinerlei Vorbildung, Qualifikationen bzw. Programmierkenntnisse benötigt, um in Form eines „Prompts“ eine Anweisung an eine hochkomplexe Informationstechnik zu geben, die über Rechenoperationen ein Feuerwerk an informatischen Kettenreaktionen auslöst, um am Ende ein auf die eigenen Bedürfnisse zugeschnittenes Alltagsprodukt zu erhalten.

Im Mittelpunkt des Interesses für Bildungseinrichtungen stehen texterzeugende Anwendungen wie *ChatGPT*, da Lehren und Lernen weitgehend sprach- und textbasiert geschieht, sei es bei der Erarbeitung von Informationen, Erbringung von Lernleistungen oder deren Bewertung. Gleichzeitig geraten Überlegungen in den Blick, welche Tätigkeiten von der Maschine übernommen werden können, die bis dato Lehrkräften

vorbehalten waren, die zuvor in entsprechend benötigter Expertise geschult und ausgebildet worden sind, um danach wiederum Lernende darin zu unterrichten.

Die wohl ältesten Überlegungen zur Nutzung von technischen Errungenschaften in Schulen stammen von Burrhus Skinner. Als dieser 1958 seine Forschungen zu seinen berühmt gewordenen *teaching machines* veröffentlichte, führte er diese recht unscheident als Lösung für eine von ihm wahrgenommene Bildungskrise ein:

„There are more people in the world than ever before, and a far greater part of them want an education. The demand cannot be met simply by building more schools und training more teachers. Education must become more efficient“ (Skinner 1958, 969).

Mit seinen *teaching machines* knüpfte Skinner explizit an die vorausgehende Pionierarbeit Sidney L. Pressey's aus den 1920er Jahren an. Dieser entwickelt wohl als erster einfache Gerätschaften, mit deren Hilfe sich Lernende mittels trial-and-error durch Lernaufgaben bewegen konnten. Auch Pressey sah 1926 in seinen ursprünglich für Intelligenzanalysen konzipierten Geräten pädagogische Anwendungsbereiche, die noch für heutige Ohren aktuell klingen:

„Even in a small classroom the teacher usually knows that he is moving too slowly for some students and too fast for others. Those who could go faster are penalized, and those who go slower are poorly taught and unnecessarily punished by criticism and failure“ (zitiert bei Skinner 1958, ebenda).

Die benannten Herausforderungen im Klassenzimmer haben nichts an Bedeutung verloren. Die technische Lösungen Pressey's und Skinner's, die sich dem wissenschaftlich aktuellen Stand der Lerntheorie ihrer Zeit entsprechend als „progressive education“ (Skinner 1958, 977) verstanden, sind mit dem Ende des behavioristischen Paradigmas in Vergessenheit geraten. Die grundsätzliche Frage der Nutzung von Technik für die Bildung ist geblieben.

Für die Zeit seit den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts sieht Thissen (2019, 1) mit Bezug auf E-Learning eine Wechselbeziehung zwischen beiden:

„Parallel zu den technischen Möglichkeiten wurde (...) im pädagogischen Bereich immer wieder neu definiert, wie Computertechnologien zur Unterstützung des Lernens einzusetzen sind. (...) Angesichts dieser Entwicklungen erscheint das vielfach statuierte Paradiigma ‚Pädagogik zuerst‘ zwar als sinnvolle Forderung, realistisch gesehen trifft sie aber nicht zu, denn die jeweils neuen technologischen Möglichkeiten bieten immer auch neue Möglichkeiten und Formen des Lernens an“ (Ebenda, S. 2 ff.).

Gleichzeitig stellt sich die Frage, welche Tätigkeiten von der Maschine übernommen werden können, die bislang Lehrkräften vorbehalten waren. Damit stehen Gewissheiten auf dem Prüfstand, auf deren Dahingehen niemand recht vorbereitet ist.

Klaus Haefner stellte 1982 in seinem Buch „Die Neue Bildungskrise“ diesen Zusammenhang zwischen Technik und der Profession von Lehrkräften her. Er untersuchte

darin, in welcher Weise sich verschiedene Berufsgruppen durch Informationstechnik ersetzen ließen. Dabei identifizierte er solche, die aus seiner Sicht – zu Beginn der 1980er Jahre! – von Informationstechnik weitgehend unabhängig waren, weshalb er diese Gruppe die „Autonomen“ nannte. Zu diesen zählte er „die Landwirte, die Speisezubereiter, die Berufe des Landverkehrs“ (Haefner 1982, 172). Berufe, „*deren Tätigkeiten unmittelbar von der Informationstechnik derart betroffen*“ seien, dass sie „*in Zukunft nicht mehr für den alten Beruf gebraucht*“ würden, ordnete er der Kategorie der „Substituierbaren“ zu. (Ebenda) Lehrkräfte schließlich sah er – durchaus im doppelten Sinn – als „*die Unberechenbaren*“ an, da sie Arbeiten verrichteten, deren Übertragung auf technische Systeme „*bisher (sic!) nicht möglich*“ sei, „*weil die Tätigkeitsfelder zu komplex, zu wenig beschrieben, zu stark an menschlicher Kommunikation orientiert*“ seien (Ebenda).

Diese Klassifizierung gewährleistet jedoch keine dauerhaften „Sicherheiten“. Bereits in den 1960er Jahren entwickelte Joseph Weizenbaum ein Computerprogramm (ELIZA), „*mit dem man eine ‚Unterhaltung‘ führen konnte.*“ (Weizenbaum, 14 f) Er gab diesem ein Skript ein, das mit Floskeln und anderem Kommunikationsverhalten des Psychotherapeuten Carl Rogers gespeist wurde. „*Ein solcher Therapeut ist verhältnismäßig leicht zu imitieren, da ein Großteil seiner Technik darin besteht, den Patienten dadurch zum Sprechen zu bringen, dass diesem seine eigenen Äußerungen wie bei einem Echo zurückgegeben werden*“ (Ebenda, 15).

ELIZA, inzwischen in DOCTOR umgetauft, wurde vielfach kopiert und „*in allen US-Staaten bekannt und in bestimmten Kreisen sogar zum nationalen Spielzeug*“ (Ebenda, 17). Es wurde selbst in Fachkreisen derart gefeiert, dass es 1966 in einer wissenschaftlichen Zeitschrift als Lösung für den Fachkräftemangel in amerikanischen Psychiatrien angesehen wurde. „*Eine Anzahl praktizierender Psychiater glaubte im Ernst, das DOCTOR-Computerprogramm könne zu einer fast automatischen Form der Psychotherapie ausgebaut werden*“ (Ebenda, 18 ff.). Weizenbaum war derart alarmiert über diese aus seiner Sicht absurd Reaktionen, dass er sich zu einem prominenten Warner vor der Computer-technik wandelte.

Die zwei Perspektiven auf den Zusammenhang von Technik und Bildung, nämlich die Chancen für das Lehren und Lernen auf der einen und eine Gefährdung der Profession selber auf der anderen Seite, erklären die zwiespältigen Reaktionen auf das Erscheinen von generativen Machine-Learning-Systemen (GMLS). (Diesen Begriff sieht Döbeli Honegger (2023) als geeignete alternative Bezeichnung für ChatBots wie ChatGPT an. In ihr bleibt der technische Ursprung sichtbar.)

## GMLS als janusköpfige Partner für Lehrkräfte

Im Gegensatz zu früheren Diskussionen über Anschaffungen von Tablets oder die Nutzung von Plattformen etc., die sich gleichsam als *Objekte von Abwägungs- und Entscheidungsprozessen* verstehen lassen, bei denen Lehrkräfte mitreden können, sind generative Machine-Learning-Systeme als Schnittstelle zu künstlicher Intelligenz *ungefragt gekommen*.

men. Sie entwickeln sich seither gleichsam autonom zum Katalysator neu eintretender Verhältnisse von schulischem Lernen und der Rolle von Lehrkräften darin. Letztere sind in diesem Prozess nicht mehr gestaltend, sondern reaktiv nachvollziehend. Sie entdecken mit jeder Aktualisierung staunend, was alles mit der neuen Technik noch effektiver und im anstrengenden Schulalltag kräfteschonender realisiert werden kann. Den Möglichkeiten der Nutzung scheinen keine Grenzen gesetzt zu sein, solange es gelingt, immer neue und vielfältige Kniffe der Aufträge an die Maschinen („Prompts“) kennenzulernen und zielführend für die eigene Tätigkeit einzusetzen. So lassen sich bekanntermaßen Arbeitsblätter erstellen, Tabellen und Listen generieren, regelmäßig wiederkehrende Mails verfassen, Bilder fertigen und längere Texte zusammenfassen und auswerten, oder auch Rückmeldungen zu Lernprodukten erzeugen. Es gibt nahezu keine alltägliche Verrichtung von Lehrkräften, für die sich kein ChatBot bzw. passende Prompts finden ließen. Hier liegt vielleicht ein wichtiger Grund für die sehr viel willigere Aufnahme der neuen Technologie in der Schule, als sie zuvor lange Zeit bei anderen digitalen Programmen, Geräten und Infrastrukturmaßnahmen gezeigt wurde.

Es gibt aber auch die andere Perspektive, die Unbehagen bei Lehrkräften hinterlässt. Was das meint, wird in einer Situationsbeschreibung eindrücklich deutlich, die dem Verfasser dieses Beitrags von einer Kollegin in einem Gespräch mitgeteilt wurde. Die berufserfahrene, promovierte Germanistin schildert darin ihre Begegnung mit ChatGPT wie folgt:

„Thema im Unterricht war die literarische Erörterung und Schülerinnen und Schüler bitten einen gern um einen Beispielaufsatz. Ihn zu schreiben hätte mehr Zeit beansprucht, als ich dafür hätte einsetzen können. Also habe ich versuchsweise ein Rilke-Zitat, das auf Büchners Woyzeck Bezug nimmt, ausgewählt und die KI gebeten, sich in etwa 1200 Wörtern mit der Auffassung Rilkels in Bezug auf das Drama auseinanderzusetzen. Das Ergebnis war sensationell. Es war nicht nur stilistisch anspruchsvoll. Der Text hat auch Aspekte herausgestellt, die ich so noch nicht bedacht oder gelesen hatte.“

Auf die erste Begeisterung folgte eine Art Ernüchterung, die sich etwa so beschreiben lässt: wie gelingt es diesem Textgenerator, der mit Wahrscheinlichkeiten arbeitet, in Kürze einen Text zu produzieren, für den ich mindesten fünf Stunden gebraucht hätte, wobei nicht sicher ist, dass ich diese Qualität überhaupt erreicht hätte. Mein Germanistikstudium lässt mich erkennen, dass der Text gut ist. Aber habe ich fünf Jahre studiert, um nun kleinlaut neben einer KI zu sitzen, die mir auf der Basis von Schwarmintelligenz zeigt, dass das mit etwas Rechenleistung schneller und oft auch besser geht? Das ist eine demütigende Erfahrung.“

Für die Profession der Lehrkraft ergeben sich Infragestellungen, die das Selbstverständnis betreffen.

- Was bedeutet fachliche Expertise, die u. U. in einem mehrjährigen Hochschulstudium erworben wurde?
- Welchen Stellenwert hat Bildung bzw. haben Bildungsinhalte?
- Welche Relevanz haben meine Fächer? In welchen Aspekten sind meine Fächer zukunftssicher?

- Welche Bedeutung, welche Legitimation besitze ich als Lehrkraft im Klassenraum, wenn ich durch ein geschicktes Design, das mit einem ChatBot und klugen Prompts realisiert werden kann, ersetzbar bin?
- Was bedeutet es für meine Autonomie und meine Selbstwirksamkeit, wenn die digitale Transformation bzw. die Technikentwicklung in meinem Beruf so bestimmend wird, dass sie zum Agens wird und ich nur reagieren und nachvollziehen kann, statt zu gestalten?

Der Einsatz von *generativen Machine-Learning-Systemen (GMLS)* lässt auch Deutungs- und Handlungsmuster von Schule und Unterricht ins Wanken geraten,

- wenn Aufsätze, Gruppenarbeitsergebnisse, Tabellen, Präsentationen, die bis dato als Erweis des Durchlaufens von Lernprozessen verstanden wurden, in Sekunden schnelle und ohne Aufwand erstellt werden können;
- wenn eine Vielzahl von Prüfungsformaten zur Makulatur wird, weil nicht ausgeschlossen werden kann, dass das Ergebnis gar nicht von dem Prüfling erzielt wurde, der dies vorgibt;
- wenn sich, Kommunikationsprozesse wie z. B. Pro-und-Contra-Diskussionen ohne kognitiven Aufwand simulieren und „Reflexivität“ oder vorzutragende „Werturteile“ vortäuschen lassen;
- wenn jegliche Form von Kreativität in den Verdacht gerät, einem klug formulierten Prompt verdankt zu sein.

Die Ambivalenz der *Nützlichkeit* von GMLS wie ChatGPT und der *Verstörung* durch sie fordern heraus zu fragen, wie dies zusammen mit der digitalen Transformation im Vorbereitungsdienst aufgegriffen und thematisiert werden kann.

## Beschreibungen von Lehrkräftekompetenzen als Bezugssysteme für die Qualifizierung in der digitalen Transformation

„Wer heute von digitaler Transformation spricht, wird fast überall auf Konsens stoßen. Alle nicken. Und manche tun so, als wüssten sie genau, was morgen passieren wird, wenn man nur die richtigen Technologien und Geschäftsmodelle einsetzt. (...) Wir haben keine Ahnung, was in fünf oder zehn Jahren passieren wird. Die digitalen Technologien – die gerade erst am Anfang ihrer Entwicklung stehen – sind nur die Bedingung der Möglichkeit. Um sie zu entfalten, brauchen wir menschliche Kreativität, Schöpferkraft, und zwar in einem bisher nicht geahnten Ausmaß. Überall, in der Umwelt, für die Nachhaltigkeit, in Schule, Ausbildung, Unternehmen, Politik“ (v. Mutius 2017, 8 ff.).

Das hier Formulierte beschreibt Zukunftsbedingungen, die durch Unbeständigkeit, Ungewissheit, Komplexität und Mehrdeutigkeit gekennzeichnet sind. Für sie hat sich

– als Akronyme der entsprechenden englischen Wortanfänge – die Bezeichnung VUCA etabliert (Ebenda, 24 ff.).

Das beschriebene Phänomen, das durch die digitale Transformation einem ständigen Veränderungsprozess unterworfen ist, stellt Lehrkräftebildung vor grundlegende Herausforderungen.

1. Wenn die oben beschriebene VUCA-Welt als realistische Beschreibung der anbrechenden Zukunft gelten kann, dann bedeutet das: aus dem Heute lässt sich das Morgen nicht zweifelsfrei ableiten, weil der Weg dorthin nicht linear-induktiv vorhersehbar ist. Folglich können Kompetenzbeschreibungen keine hinreichende Orientierung für eine solch vage Zukunft sein, da sich letztere in dynamischem Fluss entwickelt.
2. Normierte, Gültigkeit beanspruchende Kompetenzbeschreibungen für Lehrkräfte in einer digitalen Welt werden über einen längeren Abstimmungsprozess ausgehandelt und dann verbindlich gemacht. Zum Zeitpunkt ihrer Bekanntmachung hinken sie daher der digitalen Transformation grundsätzlich zeitlich hinterher. Eine Ausnahme bildet hier das Project der EU-Kommission „The Digital Competence Framework for Citizens (DigComp 2.2)“ der Europäischen Kommission (Vuorikari, Kluzer & Punie 2022). In einem eigenen Abschnitt zur Künstlichen Intelligenz („Citizens interacting with AI Systems“; ebenda, S. 77 ff.) werden Aspekte zur Sprache gebracht, die kurze Zeit nach Erscheinen mit dem disruptiven Ereignis des Auftretens von ChatBots in Alltag und Schule virulent wurden.
3. Gleichzeitig steht DigComp 2.2 mit seinen über 250 Kompetenzdimensionen für die schiere Unmöglichkeit, eine solche Komplexität in den konkreten Ausbildungsalltag zu übertragen und daraus stimmige Lehr-Lern-Konzepte abzuleiten.

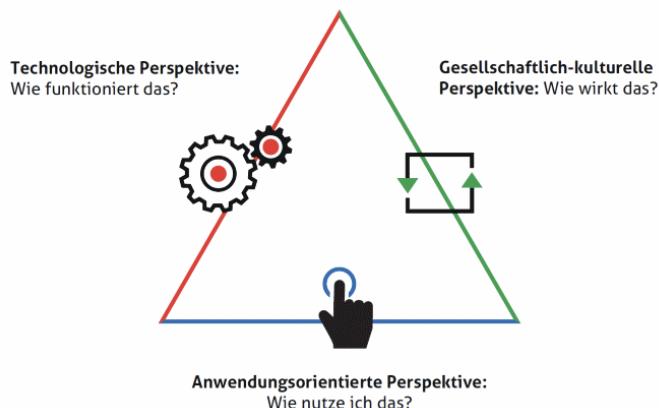
Aus dem Dargelegten ergeben sich unseres Erachtens grundlegende Erwartungen an eine zukunftsweise Qualifizierung im Vorbereitungsdienst in der digitalen Transformation. Diese muss

- adaptiv dynamische Entwicklungen widerspiegeln,
- sich als robust gegenüber Disruptionen der digitalen Transformation erweisen,
- unterschiedliche Vorerfahrungen *mit* und Haltungen *zu* Entwicklungen der digitalen Transformation in den Blick nehmen, die Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst in die Ausbildung „mitbringen“ und die für sie handlungsleitend sind,
- und schließlich möglichst unmittelbar, realistisch, praktikabel sowie zeitnah zum Eintreten neuer digitaler Phänomene umsetzbar sein.

Mit dem Dagstuhl-Dreieck in der Fassung der Dagstuhl-Erklärung von 2016 liegt aus unserer Sicht ein Konzept vor, das den genannten Erfordernissen in hohem Maße gerecht wird (vgl. Abbildung 3). Digitale Bildung wird hier wie folgt gefasst:

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

richt. 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“ (Gesellschaft für Informatik e. V. 2016).



**Abbildung 3:** Dagstuhl-Dreieck (CC-BY-SA Beat Döbeli Honegger und Renate Salzmann)

Die *didaktische Bearbeitung von Erscheinungsformen der Digitalisierung* in einer *drei-fachen Analyse* – „Wie funktioniert das? Wie wirkt das? Wie nutze ich das?“ – bietet einen pragmatischen Zugang für die Ausbildung zu Phänomenen der digitalen Transformation, wie sie sich etwa bei dem Auftreten von ChatGPT gezeigt haben. Die als Einheit verstandene dreifache Befragung verdeutlicht, dass eine Ausrichtung der Lehrkräftebildung auf rein anwendungsbezogene Aspekte wie die Schulung von Prompts und Apps keine hinreichende Antwort auf die Herausforderung von KI und ChatGPT bietet, sondern dass ein Mindestmaß an technischem Grundverständnis benötigt wird, um damit auch die Wirkungen der Nutzung abschätzen zu können.

So könnte man es vielleicht für eine gute Idee halten, GMLS für die automatisierte Bewertung von Lernleistungen einzusetzen („Wie nutze ich das?“), weil dies die alltägliche Arbeit deutlich entlasten würde. Wenn man dann jedoch zur Abklärung der technischen Grundlagen der entsprechenden App („Wie funktioniert das?“) und der daraus resultierenden, erwartbaren Genauigkeit der Ergebnisse („Wie wirkt das?“) die aktuelle wissenschaftliche Studie von Mühlhoff und Henningsen (2025) hinzuzieht, wird man erfahren:

„Wer diese Eigenschaft des Tools nicht kennt, vergibt mehr oder weniger ausgewürfelte Noten und mehr oder weniger ausgewürfelte Rückmeldungen“ (Ebenda, 24).

Eine deutliche Mahnung, alle drei Aspekte des Dagstuhl-Dreiecks gleichwertig im Blick zu haben. Eine Bemerkung von Mühlhoff und Benningsen aus dem Fazit setzt hier noch einen weiteren Akzent, der in unserem Zusammenhang für die Lehrkräfteausbildung Erwähnung verdient:

„Bewerten und Beurteilen erfordert (sic!) in einem umfassenderen Sinne menschliches Urteilsvermögen, didaktische Expertise und zwischenmenschliches Feingefühl. Aus all diesen Gründen ist die Automatisierung von Beurteilung und Bewertung ein mit besonderer Vorsicht zu genießendes Wertversprechen auf dem Markt für KI-Angebote für Lehrkräfte“ (Ebenda, 30).

Das genannte Beispiel steht unter dem Vorbehalt, dass sich potenziell auch hier im Zuge der technischen Weiterentwicklung „Verbesserungen“ ergeben könnten. Damit rechnen aber Mühlhoff und Benningsen nicht so bald:

„Da diese Mängel aus den fundamentalen Einschränkungen großer Sprachmodelle (LLMs) resultieren, sind grundlegende Verbesserungen dieses oder ähnlicher Tools nicht unmittelbar zu erwarten“ (Ebenda, 1).

Für die technischen Hintergründe zu ChatGPT („Wie funktioniert das?“) sei auf den Beitrag von Katharina Zweig in dieser Ausgabe verwiesen.

## **Digitale Transformation in der Lehrkräftebildung: Beispiel einer Lehreinheit**

Die vorherigen Überlegungen haben den Verfasser zur Entwicklung eines Praxisbausteins veranlasst, mit dem Phänomene der digitalen Transformation im Vorbereitungsdienst thematisiert werden könnten. Die in der Praxis erprobte Lehreinheit sei im Folgenden vorgestellt.

### **Schritt 1: Anbahnung und Sensibilisierung für das Phänomen der digitalen Transformation**

Zu Beginn der Einheit wird die im Netz abrufbare Präsentation „Did you know?“ (Esteves 2024) in der jeweils letzten überarbeiteten Fassung vorgespielt (Dauer knapp 6 min.).

*Kommentar:* Die erste Fassung von „Did you know?“ wurde 2006 von Karl Fisch erstellt, als er den Auftrag erhielt, für das Kollegium seiner Schule in Colorado relevante Medienentwicklungen zusammenzustellen. Die Präsentation hat seither viele Aktualisierungen erlebt und wurde weltweit in viele Sprachen übersetzt und auf zahlreichen Webseiten verlinkt (Vgl. Dohnicht 2012).

### Schritt 2: Kurz-Austausch

Es folgt ein paarweiser Austausch zur Präsentation. Hierzu wird die Methode der *Sprechmühle* (vgl. Meyer & Junghans 2021, 316 ff.) gewählt, bei der sich zunächst die Gruppe ohne Worte mit Musikbegleitung im Raum bewegt. Wenn die Musik unterbrochen wird, beginnen die jeweils voreinander stehenden Personen dergestalt einen Austausch, dass beide nacheinander für jeweils 1 min. der anderen Person ihre Gedanken zu dem Impuls erzählen, während jene zuhört (Auftrag: „*Person A teilt alles mit. Person B hört zu, ohne zu unterbrechen*“). Nach einer Minute kommt ein Signal für den Wechsel in die Gegenrichtung (Auftrag: „*Person B teilt alles mit. Person A hört zu, ohne zu unterbrechen*“). Musik erklingt. Es geht weiter. Das Verfahren wird mehrere Male mit je neuen Impulsen wiederholt. Die Impulse bestehen jeweils aus Screenshots ausgewählter Kernsätze der Präsentation. Als letzter Impuls wird die Folie gesetzt „*We are living in exponential times*“, die ergänzt wird um die Frage: „*Was bedeutet das für Sie als angehende Lehrkraft?*“

*Kommentar:* Der Schritt 2 mit einem Austausch in dieser Form ist sehr zu empfehlen, weil die anregende Präsentation dies geradezu einfordert. Ohne einen solchen Austausch gehen wichtige Impulse der Präsentation verloren, die in einem recht hohen Tempo und großer Informationsdichte ablaufen. Im Gegensatz zur „Sprechmühle“ von Meyer und Junghans ist hier an kürzere Austauschsequenzen zu jeweils 2x1 min. gedacht.

### Schritt 3: Impuls mit Einzelreflexion und Partneraustausch

Es folgt ein kurzer Bildimpuls mit Erläuterungen zur VUCA-Welt. Dieser leitet zu einer folgenden THINK-Phase über: *Auftrag: „Was bedeutet ‚Bildung‘ in der VUCA-Welt?“ – „Sammeln Sie Aspekte aus Ihren Fächern, die Sie hierzu für relevant halten!“*

(Nach einer angemessenen Zeit (7 bis 10 Minuten) folgt ein Impuls zu einer Überleitung in eine PAIR-Phase): *Auftrag: „Welche Standards/Kompetenzen/Inhalte Ihrer Fächer sind im Lichte der VUCA-Welt zu überdenken? Tauschen Sie darüber bitte aus!“*

(Evt. Stütz- oder Vertiefungsfragen sind:) „*Was kann der Beitrag meines Faches zur (Bildung in der) VUCA-Welt sein?*“ (= Sach- bzw. Fachebene) „*Was kann ich als Lehrkraft meiner Schülerinnen und Schüler hierzu beitragen?*“ (= Person- bzw. Beziehungsebene)

### Zwischenbilanz

In verschiedenen Durchführungen haben sich die in den Schritten 1 bis 3 eingegebenen Impulse als sehr anregend erwiesen und eine wahrnehmbare Resonanz in den Gruppen erzeugt. Sie bieten Teilnehmenden aller Vorwissensstände und Vorerfahrungen die Möglichkeit, sich in die Thematik *digitale Transformation* kognitiv und emotional hineinzugeben und diese auf ihre berufliche Tätigkeit zu beziehen.

#### Schritt 4: Themenstationen

Im Anschluss an diesen dreischrittigen Block der Problematisierung wird in der Konzeption des Verfassers den Teilnehmenden ein Angebot mit Themenstationen zu verschiedenen Aspekten der digitalen Transformation unterbreitet.

Dieser zeitintensive Teil – ein Minimum von 120 min. hat sich hier als Einstieg (!) in die selbständige Weiterarbeit als günstig erwiesen – ermöglicht einen individualisierten Zugang zur selbstständigen Erarbeitung nach individuellen Bedarfen und Interessen. Als Brücke *zu* und zugleich als Leitperspektive *für* diese Themenstationen wird zuvor kurz in das Dagstuhl-Dreieck eingeführt, deren dreifache Blickrichtung („Wie funktioniert das? Wie wirkt das? Wie nutze ich das?“) für die einzelnen Lernangebote als Leitfragen fungieren.

#### Schritt 5: Metareflexion – Kompetenzen für die digitale Transformation

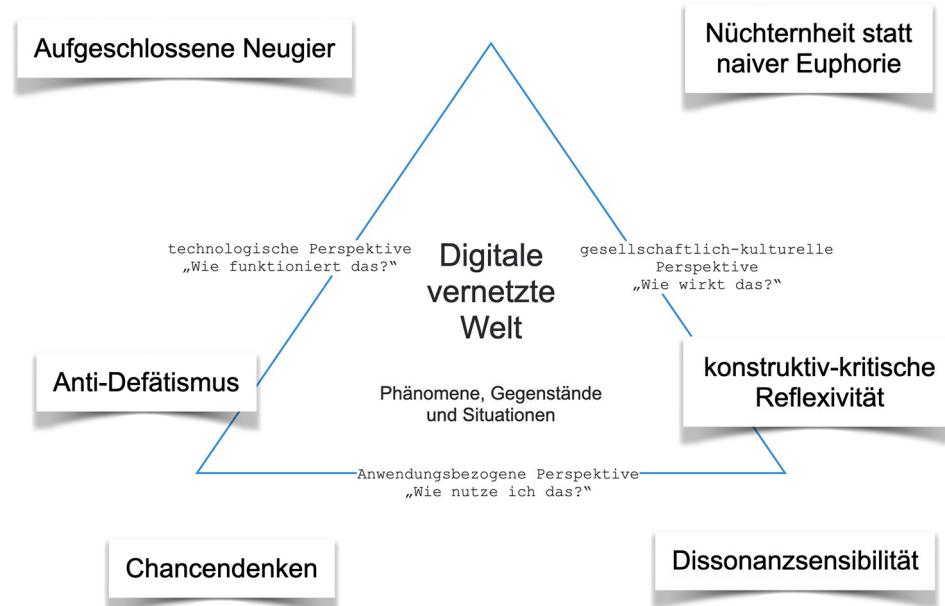
Im letzten Schritt nach *Problematisierung* und *Themenstationen* wird die Lehr-Einheit mit einer *Metareflexion* auf die Frage abgeschlossen, welche Kompetenzen Lehrkräfte in der Schule für den Umgang mit der digitalen Transformation benötigen und wie diese erworben werden können. Mit diesen Überlegungen wollen wir auch diesen Beitrag enden lassen.

### Zusammenfassung und Ausblick: Kompetenzen von Lehrkräften für die digitale Transformation

Mit den vorangegangenen Ausführungen haben wir das Auftreten von ChatGPT als ein für die Dynamik der digitalen Transformation typisches, disruptives Ereignis klassifiziert, das einen erheblichen Einfluss auf Schule und Gesellschaft hat und zu welchem die Ausbildung von Lehrkräften einen geeigneten Beitrag leisten muss. Bestehende Kompetenzkataloge bzw. -zusammenstellungen werden als für diese Aufgabe nicht hinreichende Orientierung angesehen. Stattdessen wird auf das Dagstuhl-Dreieck von 2016 verwiesen. Dieses ist in seiner Entstehung älter als andere Kompetenzmodelle. Auch gibt es bereits zu der hier präferierten Fassung Überarbeitungen und Aktualisierungen (Gesellschaft für Informatik e. V. 2025). Gleichwohl ist es in seiner Fokussierung auf drei Leitfragen sehr praktikabel zu handhaben und lässt sich flexibel auf die Dynamik der digitalen Transformation beziehen. Es bietet daher gleichsam eine zukunftsweise Gültigkeit. Es handelt sich dabei strenggenommen nicht um ein Kompetenzmodell oder normiertes Raster, sondern eher um einen Heurismus zur je aktuellen Neuermittlung und -bestimmung von Kompetenzen, die für das Auftreten von „Phänomenen der Digitalisierung“ passend sind. Döbeli Honegger (2022) stellt das Dagstuhl-Dreieck in seinem DPACK-Modell in einen ausdrücklichen Zusammenhang zur Lehrkräftebildung. Darin aktualisiert er das „*Technological-Pedagogical-Content-Knowledge-Modells*“ (TPACK) von Mischra und Koehler (2006), indem er das dort benannte *technology knowledge*, das als reines Anwendungswissen verstanden wird, durch den Be-

griff der *Digitalitätskompetenz* ersetzt, der durch das Dagstuhl-Dreieck gefüllt ist. Das Dagstuhl-Dreieck wird über das DPACK-Modell in letzter Zeit wieder verstärkt auch für die Lehrkräfteausbildung in den Blick gekommen (KMK 2021; Lorenz & Romeike 2023).

Wenn in der Konzeption der vorgestellten Lehr-Lerneinheit eine zeitlich großzügig ausgestattete Praxisphase des selbsttätigen Erarbeiten verschiedener Aspekte des Themas unter Hinzunahme der dreifachen Fragestellung des Dagstuhl-Dreiecks vorgesehen wird, dann hat das u. a. den Sinn zu verdeutlichen, dass sich die angezielten Kompetenzen in einem stetigen, eigenverantwortlich fortgeföhrten, lebenslangen Aneignungsprozess realisieren. Das erfordert zunächst einmal geeignete *Fragen* und die Klugheit gefundener *Antworten*, wie sie sich im Idealfall bei der Anwendung des Dagstuhl-Dreiecks ergeben. Darüber hinaus bedeuten Kompetenzen hier in besonderer Weise *Haltungen*, diesen Prozess als dauerhaft zu akzeptieren und die *Bereitschaft*, die eigene Person dem auszusetzen (Vgl. Abb. 4).



**Abbildung 4:** Dagstuhl-Dreieck als Kompetenzmodell verknüpft mit Haltungen (von J. Dohnicht mit Anregungen von Hirsch (2024) bearbeitete Grafik auf Basis von <https://dagstuhl.gi.de/dagstuhl-erklaerung>)

Hierbei denken wir an eine *grundsätzlich aufgeschlossene Neugier* für die Entwicklung der digitalen Transformation, die ohnehin für die Alltagsbewältigung nötig ist. Das heißt: den Kopf nicht in den Sand stecken, weil man sich mit dem Prozess überforderte fühlt (*Anti-Defätismus*). Die konstruktive Wendung wäre ein Blick auf sich eröffnende Möglichkeiten, ein *Chancendenken*. Wie wir oben gesehen haben, ist auf der anderen Seite eine *Nüchternheit* als Ausdruck einer *konstruktiv-kritischen Nachdenklichkeit*

als Balance gegenüber einer *naiven Euphorie* unverzichtbar. Diese muss gegenüber wahrgenommenen *Dissonanzen sensibel* bleiben und zu weiterem vertiefenden Nachfragen führen, wenn die digitale Transformation mit Irritationen einhergeht wie Antinomien, die als fragwürdig angesehen werden. Das meint beispielhaft zum einen die Frage, welche Möglichkeiten der Einflussnahme auf die digitale Transformation genutzt werden sollten, die sich aus einer Technikfolgenabschätzung ableiten lassen (vgl. hierzu Zweig et al. 2021). Zum anderen müssen Wege gefunden werden, wie dem Phänomen einer „digitalen Entmündigung“ beizukommen ist, die durch die „nutzerfreundliche“ Gestaltung technischer Geräte zunehmend zu einer Unwissenheit über deren technische Grundlagen erzieht. (Mühlhoff 2018) Letzterer Punkt ist auf lange Sicht der Feind einer Kompetenz in der digitalen Transformation, wie wir sie in diesem Beitrag mit der Anwendung des Dagstuhl-Dreiecks vorgestellt haben.

Die digitale Transformation ist gekommen, um zu bleiben. Sie ist kein Modethema der Bildungspolitik, sondern eine sich fortschreibende Herausforderung für alle Akteurinnen und Akteure in Bildungskontexten.

## Literaturverzeichnis

- Bergert, D. (2014). ENIAC: Erster elektronischer Computer der Welt erstrahlt in neuem Glanz. Heise-online. <https://www.heise.de/news/ENIAC-Erster-elektronischer-Computer-der-Welt-erstrahlt-in-neuem-Glanz-2465430.html> (14.2.2025)
- Dernbach, C. (2016). Als Eniac I die Wasserstoffbombe berechnete. Spiegel-Netzwelt. <https://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/70-jahre-eniac-der-erste-elektronische-universalcomputer-a-1076809.html> (14.2.2025)
- Döbeli Honegger, B. (2021). Was machen wir mit der Digitalisierung? In: Pädagogik (5), S. 41–46.
- Derselbe (2022). DPACK. <https://mia.phsz.ch/DPACK/WebHome> (25.2.2025)
- Derselbe (2023). ChatGPT & Co. und Schule. Einschätzungen der Professur „Digitalisierung und Bildung“ der Pädagogischen Hochschule Schwyz, <https://gmls.phsz.ch/GMLS/WebHome> (1.9.2024).
- Derselbe; Salzmann, R. (o. J.). Dagstuhl-Dreieck. <https://mia.phsz.ch/Dagstuhl/WebHome> (16.5.2025).
- Dohnicht, J. (2012). digital natives und digital immigrants: Kritisches und Weiterführendes zu einem einflussreichen Denkmodell. In: Lehren und Lernen 38 (10). S. 15–23.
- Esteves, J. (2024). Did you know 2025. <https://www.youtube.com/watch?v=FTRJlmN6jeU> (6.2.2025)
- Gesellschaft für Informatik e. V. (2016). Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Eine gemeinsame Erklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Seminars auf Schloss Dagstuhl. Leibniz-Zentrum für Informatik GmbH. Berlin. [https://dagstuhl.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Projekte/Dagstuhl/Dagstuhl-Erklaerung\\_2016-03-23.pdf](https://dagstuhl.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Projekte/Dagstuhl/Dagstuhl-Erklaerung_2016-03-23.pdf) (13.2.2025).
- Dieselbe (2025). Bildung in einer digitalen vernetzten Welt. <https://dagstuhl.gi.de> (13.2.2025).
- Häfner, K. (1982). Die neue Bildungskrise. Herausforderung der Informationstechnik an Bildung und Ausbildung. Birkhäuser Verlag: Basel u. a.
- Han, B. C. (2024). Infokratie: Digitalisierung und die Krise der Demokratie. Dritte Auflage. Matthes & Seitz: Berlin.
- Handelsblatt (2024). <https://www.handelsblatt.com/ratgeber/technologie/satya-nadella-microsoft-chef-ki-leistung-wird-sich-alle-sechs-monate-verdoppeln/100082532.html> (5.2.2025)

- Hirsch, N. (2024). Mit dem Wertequadrat die eigene Haltung reflektieren. <https://ebildungslabor.de/blog/mit-dem-wertequadrat-die-eigene-haltung-reflektieren> (13.2.2025).
- Kaerlein, T. (2018). Smartphones als digitale Nahkörpertechnologien: Zur Kybernetisierung des Alltags. Transcript Verlag: Bielefeld.
- KMK (2017). Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie\\_neu\\_2017\\_datum\\_1.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie_neu_2017_datum_1.pdf) (6.1.2025)
- Dieselbe (2021). Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.12.2021). [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2021/2021\\_12\\_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf) (26.2.2025).
- Kucklick, C. (2017). Die granulare Gesellschaft: Wie das Digitale unsere Wirklichkeit auflöst. 3. Auflage. Ullstein Buchverlage: Berlin.
- Lorenz, U.; Romeike, R. (2023). What Is AI-PACK? – Outline of AI Competencies for Teaching with DPACK. In: Pellet, JP., Parriaux, G. (eds) Informatics in Schools. Beyond Bits and Bytes: Nurturing Informatics Intelligence in Education. ISSEP 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14296. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-44900-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-44900-0_2)
- Meyer, H.; Junghans, C. (2021). Unterrichtsmethoden II. Praxisband. Cornelsen Verlag: Berlin.
- Mishra, P.; Koehler, M. J. (2006) Technological Pedagogical Content Knowledge. in: Teachers College Record Volume 108, Number 6, June 2006, pp. 1017–1054.
- Moore, G. E. (1965). Cramming More Components onto Integrated Circuits. In: Electronics 38 (8) S. 114–117. (Reprint: Proceedings of the IEEE, VOL. 86, NO. 1, JANUARY 1998, S. 83–85.) <https://www.cs.utexas.edu/~fussell/courses/cs352h/papers/moore.pdf> (12.2.2025.)
- Mühlhoff, R. (2018). Digitale Entmündigung und User Experience Design: Wie digitale Geräte uns nudgen, tracken und zur Unwissenheit erziehen. In: Leviathan 46 (4), S. 551–574. <https://doi.org/10.5771/0340-0425-2018-4-551>.
- Derselbe (2020). Automatisierte Ungleichheit: Ethik der Künstlichen Intelligenz in der biopolitischen Wende des Digitalen Kapitalismus. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 68 (6), S. 867–890.
- Derselbe (2023). Die Macht der Daten. Osnabrücker Universitätsreden. Universitätsverlag Osnabrück. V&R unipress: Göttingen.
- Mühlhoff, R.; Henningsen, M. (2025). Chatbots im Schulunterricht: Wir testen das Fobizz-Tool zur automatischen Bewertung von Hausaufgaben. Erstveröffentlichung: 09.12.2024. Überarbeitete Version vom 21.01.2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.06651> (13.2.2025)
- Mutius, B. v. (2017). Disruptive Thinking. Das Denken, das der Zukunft gewachsen ist. Gabal Verlag: Offenbach.
- OpenAI (2022). Introducing ChatGPT. <https://openai.com/index/chatgpt> (6.1.2025).
- Pariser, E. (2017). Filter Bubble: Wie wir im Internet entmündigt werden. (Originaltitel: The Filter Bubble: What the Internet is Hiding from You. The Penguin Press: New York, 2011). 2. Auflage. Hanser: München.
- Pezzone, J. (2022). Nvidia's Jensen Huang once again claims Moore's Law is dead. In: Techspot. <https://www.techspot.com/news/96094-nvidia-jensen-huang-once-again-claims-moore-law.html> (5.2.2025)
- Reuters (2023). ChatGPT sets record for fastest-growing user base – analyst note. <https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01> (6.1.2025)
- Rinaldi, C. (2023). Apple iPhone 15 im Test: Ein Schritt vor und einer zurück! <https://www.nextpit.de/apple-iphone-15-test> (14.2.2025)
- Schweitzer, J. (2025). Ohne Smartwatch? Wären sie wohl tot. in: DIE ZEIT, 6. Februar 2025, S. 29 f.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines. In: Science Band 128. Nr. 3330, 24.10.1958, S. 969–977.
- Vuorikari, R.; Kluzer, S.; Punie, Y. (2022). DigComp 2.2. The Digital Competence Framework for Citizens. Luxembourg: Publications Office of the European Union. [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC128415/JRC128415\\_01.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC128415/JRC128415_01.pdf) (13.2.2025).

- Weizenbaum, J. (2023). Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. 16. Auflage. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft: Frankfurt (Originalausgabe: Computer Power and Human Reason. From Judgement to Calculation. Freeman & Company: San Francisco 1976).
- Zweig, K. (2019). Ein Algorithmus hat kein Taktgefühl. Wo künstliche Intelligenz sich irrt, warum uns das betrifft und was wir dagegen tun können. 5. Auflage. Heyne: München.
- Dieselbe (2023). Die KI war's! Von absurd bis tödlich: Die Tücken der künstlichen Intelligenz. 4. Auflage. Heyne: München.
- Zweig, K.; Krafft, T. D.; Klingel, A.; Park, E. (2021). Sozioinformatik: Ein neuer Blick auf Informatik und Gesellschaft. Hanser: München.



*Jörg Dohnicht*

Fachleiter für Pädagogik und Pädagogische Psychologie sowie Lehrbeauftragter für Schul- und Beamtenrecht am Seminar für Ausbildung und Fortbildung der Lehrkräfte Freiburg (Abteilung Gymnasium); Schriftleiter der Zeitschrift SEMINAR; Beauftragter des bak-Lehrerbildung für europäische Institutionen.  
E-Mail: joerg.dohnicht@bak-lehrerbildung.de