

Middendorf, William

PISA 2022 und die Integration digitaler Medien in den Unterricht. Erkenntnisse und der Umgang mit Herausforderungen

2024, 12 S.



Quellenangabe/ Reference:

Middendorf, William: PISA 2022 und die Integration digitaler Medien in den Unterricht. Erkenntnisse und der Umgang mit Herausforderungen. 2024, 12 S. - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-283814 - DOI: 10.25656/01:28381

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-283814>

<https://doi.org/10.25656/01:28381>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

William Middendorf: PISA 2022 und die Integration digitaler Medien in den Unterricht – Erkenntnisse und der Umgang mit Herausforderungen

Am 5. Dezember 2023 veröffentlichte die OECD die Ergebnisse der PISA-Studie aus dem Jahr 2022. Diese internationale Schulleistungsstudie, die die Kenntnisse und Fähigkeiten von nahezu 700.000 repräsentativ ausgewählten 15-jährigen Schülerinnen und Schülern aus 81 OECD-Ländern in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Lesekompetenz evaluiert hatte, musste für eine Reihe von Ländern und insbesondere auch für Deutschland einen deutlichen Rückgang der Schülerkompetenzen feststellen (OECDa: S. 1f). Im Rahmen dieser Studie wurden auch einige Erhebungen zur unterrichtlichen und außerunterrichtlichen Nutzung digitaler Medien durchgeführt und die Schülerinnen und Schüler sowie die Schulleitungen (teilweise auch Lehrkräfte) zu den tatsächlichen Bedingungen des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht an der eigenen Schule befragt.

Die PISA-Studie 2022 thematisiert somit, wenn auch nicht schwerpunktmäßig, den Aspekt „Lernen mit digitalen Medien im Fachunterricht“, wirft dabei Fragen auf und gibt teilweise Hinweise auf Antworten, auch wenn schon aus Gründen einer anderen Schwerpunktsetzung der Studie etliche Fragen offenbleiben. Im Hinblick auf das Thema „fachliches Lernen mit digitalen Medien im Unterricht“ ist die PISA-Studie 2022 damit ambivalent.

Denn zum einen erfreut sich die Publikation der Studie schon wegen ihres Umfangs und ihres Charakters als internationaler Wettbewerb (internationale Schulleistungsvergleichsstudie) sowie ihrer Beauftragung durch die OECD-Staaten hoher öffentlicher Aufmerksamkeit, nicht selten erzeugt sie bildungspolitischen Handlungsbedarf, zumindest setzt sie Impulse sowohl für den (bildungs-)politischen Diskurs als auch für die Schul- und Unterrichtsentwicklung. Diese Impulse sind wegen des Gewichts der Studie sehr viel öffentlichkeitswirksamer und damit auch deutlich stärker als viele einschlägige Studien einzelner Bildungswissenschaftler/innen, deren Erkenntnisse nicht selten auf den Bereich der scientific community begrenzt bleiben.

Zum anderen sind die in der PISA-Studie dokumentierten Erkenntnisse zum fachlichen Lernen mit digitalen Medien im Unterricht Resultate lediglich deskriptiver Statistik, insofern ein Teil der evaluierten Schülerkompetenzen (gemessen in Punktzahlen) in Abhängigkeit von der Nutzung digitaler Medien gruppiert dargestellt werden. Es sind also in diesem Zusammenhang analytische und insbesondere multivariater statistischer Methoden nicht zum Einsatz gekommen; für die Messergebnisse des Lernens mit digitalen Medien relevante Variablen (wie eventuell Lernvoraussetzungen, Medienkompetenzen der Lehrkräfte oder didaktische Passung des eingesetzten digitalen Mediums für das jeweilige Lernarrangement) wurden nicht identifiziert und folglich auch der Einfluss solcher Variablen auf die Messergebnisse nicht berechnet. Und auch aus den mittels Fragebögen erhobenen Angaben und Einschätzungen der Schüler und Schulleitungen zu diversen Bedingungen des Lernens mit digitalen Medien an ihren Schulen lassen sich allenfalls Annahmen über Einflussvariablen, nicht aber über entsprechende Effektstärken ableiten.

Ergänzenden Aufschluss über solche Einflussvariablen und deren Effektstärken können hier einzelne bereits durchgeführte wissenschaftliche Studien zur Lernwirksamkeit digitaler Medien im Unterricht geben. Auf diese Weise können die in der PISA-Studie aufgeworfenen Fragen präzisiert und teilweise (näher) beantwortet werden, um so die von der Studie ausgehenden Impulse für das fachliche Lernen mit digitalen Medien im Unterricht zu vertiefen und im Sinne didaktischer Effektivität und Effizienz zu justieren. In einem weiteren Schritt sollen aus den Erkenntnissen der PISA-Studie und weiterer Studien Herausforderungen und Desiderate für die Weiterentwicklung eines digital gestützten Fachunterrichts abgeleitet werden.

Hinweise der PISA-Studie 2022 zum fachlichen Lernen mit digitalen Medien im Unterricht

Hier sei zunächst hervorgehoben, dass die PISA-Studie dazu Aussagen macht, inwieweit der Erwerb fachlicher Kompetenzen im Fachunterricht auch vom Einsatz digitaler Medien abhängt. Die Studie bezog sich also nicht auf die Fragen, in welchem Maße im Unterricht der Erwerb von Medienkompetenz gefördert wurde oder inwieweit digitale Medien erfolgreich eingesetzt wurden, um Lerninhalte didaktisch effektiv zu repräsentieren. Beide Fragen korrespondieren mit schulischen Zielen, für deren Realisierung der Einsatz digitaler Medien relevant ist. Da dagegen die PISA-Studie eher „begleitend“ lediglich untersucht, ob der Einsatz digitaler Medien als Teil eines fachdidaktischen Lernarrangements den Erwerb fachlicher Kompetenzen befördert, können im Hinblick auch nur auf diesen Aspekt zum Einsatz digitaler Medien Rückschlüsse aus den entsprechenden Ergebnissen der Studie gezogen werden. Eine Ausnahme bildet hier die Einschätzung der Schülerinnen und Schüler, nach Erfahrungen mit dem Distanzunterricht im Kontext von Schulschließungen infolge der Coronapandemie digitale Technologien für den Distanzunterricht nunmehr besser als zuvor nutzen zu können (OECDc: S. 238).

Unter Beachtung dieser Hinweise können die Ergebnisse der Studie wie nachfolgend zusammengefasst werden. Dabei sind ergänzend die Antworten der befragten Schulleitungen zu den verschiedenen Bedingungen des Lernens mit digitalen Medien an den jeweiligen Schulen zu beachten.

Inwieweit fördert der Einsatz digitaler Geräte (und Medien) laut PISA den Kompetenzerwerb im (Mathematik-) Unterricht

Nach der PISA-Studie wirkt sich der Einsatz digitaler Geräte zum Lernen in der Schule gegenüber dem Nichteinsatz positiv auf den Kompetenzerwerb im Mathematikunterricht aus, wenn er in einem Umfang von bis zu einer Stunde pro Tag erfolgt. Dieser positive Effekt beträgt im OECD-Durchschnitt 24 Punkte, wobei insgesamt im OECD-Durchschnitt 472 Punkten in Mathematik erreicht wurden. Ein positiver Effekt von immerhin 14 Punkten bleibt auch nach Berücksichtigung des sozioökonomischen Profils der Schülerinnen und Schüler sowie der Schulen bestehen. Positiv auf den Erwerb mathematischer Kompetenzen wirkt sich auch die nicht lernbezogene Nutzung digitaler Geräte im Umfang bis zu einer Stunde aus (OECDb: S. 242).

Dagegen führt eine lernbezogene Nutzung über eine Stunde pro Tag hinaus zu keinen Kompetenzzuwächsen in Mathematik, sondern bei mehr als insgesamt drei Stunden täglich sogar zu geringeren Kompetenzwerten (OECDc: S. 194). Die Studie fasst diese Ergebnisse dahingehend zusammen, dass eine moderate Nutzung digitaler Geräte sich positiv auf die fachlichen Lernleistungen auswirkt, während eine „übermäßige und/oder schlechte Nutzung digitaler Geräte“ die Leistungen beeinträchtigen kann (OECDb: S. 242).

Eine statistisch abgesicherte Erklärung für diese Ergebnisse liefert die Studie nicht, so dass verschiedene Variablen in Betracht kommen können, die auf die vorgenannten Ergebnisse Einfluss genommen haben könnten. Mögliche Variablen könnten etwa ein didaktisch nicht adäquater Einsatz digitaler Endgeräte sein, eine unzureichende Vertrautheit der Lerngruppe mit der technisch-praktischen Nutzung der digitalen Geräte, eine nicht hinreichende einschlägige Medienkompetenz der Lehrkräfte, eine fachdidaktisch unzureichende Software, eine ineffektive digitale Infrastruktur usw. sein. Die Identifikation der tatsächlichen Einflussvariablen und die Berechnung ihrer Effekte auf die Ergebnisse des fachlichen Lernens mit digitalen Medien sind hoch bedeutsam für die Schulentwicklung und hier insbesondere für die Unterrichtsentwicklung sowie die Lehrerbildung. Einige Aufschlüsse können hier Ergebnisse bereits durchgeführter kleinerer Studien geben, von denen einige nachfolgend skizziert werden sollen, um so Hinweise für die Gestaltung der Schulentwicklung zu erhalten.

Weiterführende Erkenntnisse empirischer Studien zur Lernwirksamkeit digitaler Medien im (Mathematik-) Unterricht

Die Effektstärke des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht hatte insbesondere John Hattie in seinem 2008 erschienenen und auf rund *800 Metaanalysen von rund 50.000 kleineren Studien gestützten* Werk „Visible Learning“ (Hattie 2008) ermittelt, wobei er diese *Meta-Meta-Studie 2017 durch Einbeziehung weiterer ca. 400 Metaanalysen ergänzt hat* (Hattie 2017) und schließlich 2023 ein Nachfolgewerk (Hattie 2023) publizierte, das noch einmal 900 weitere Metaanalysen einbezog und damit auf insgesamt 2.100 Metaanalysen basierte. Auf diese Weise wurden auch jüngere Metaanalysen und Einzelstudien einbezogen, die dem Fortschritt der Entwicklung in den Bereichen Übertragungsmedium/Datengeschwindigkeit, Hardware und Soft-

ware Rechnung tragen. Wurde in „Visible Learning“ (2008) noch eine (eher geringe) Effektstärke von $d=0,3$ ¹ für die „Computerunterstützung“ im Unterricht ermittelt, kam Hattie 2023 in seinem „Visible Learning: The Sequel“ zu einer (geringen) Effektstärke von $d<0,4$ für die Digitalisierung in naturwissenschaftlichen Fächern und zu einer mittleren Effektstärke von $d>0,5$ für die Digitalisierung in anderen Fächern (Hattie 2023: Kapitel 14).

Nun stehen Metastudien und insbesondere eine Metastudie über Metastudien vor der Herausforderung, bereits existierende und möglichst, aber nicht in jeder Hinsicht homogene (Primär-)Studien so zu vereinheitlichen, dass deren Ergebnisse anschließend miteinander verglichen werden können. Bei diesem Prozess der Vereinheitlichung (Pooling) können nicht immer alle in den ursprünglichen Primärstudien gewonnenen Einzelerkenntnisse und methodische Ansätze (z.B. bei der Operationalisierung) unverändert erhalten bleiben, so dass es bei der Ermittlung eines zusammenfassenden Metawertes aus den entsprechenden Einzelwerten der Primärstudien nicht nur zu generalisierenden Aussagen kommt. Zudem müssen bei einer Metaanalyse solche in einer einbezogenen Primärstudie untersuchten Variablen unberücksichtigt bleiben, die in den anderen einbezogenen Primärstudien nicht relevant sind.

Hatties Metastudie zur Effektstärke des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht kommt daher konsequenterweise (nur) zu zusammenfassenden Aussagen zur beobachteten Lernwirksamkeit digitaler Medien im Unterricht.

Um hier Erkenntnisse über einzelne für die Lernwirksamkeit digitaler Medien im Unterricht relevante Variablen und ihre Effekte zu rezipieren, soll daher auf geeignete kleinere Studien (Primärstudien, kleinere Metastudien und Reviews von Studien) eingegangen werden.

Als erste wird hier eine in den Jahren 2018 und 2019 in Baden-Württemberg durchgeführte Studie betrachtet (Fütterer et al.). Diese Studie fand an 28 weiterführenden Schulen in den Fächern Mathematik und Deutsch statt und bezog 1.363 Schülerinnen und Schüler der 7 und 8. Jahrgangsstufe ein. Gegenstand der Untersuchung waren Lernanstrengungen und kognitives Engagement der Schüler/innen, wobei diese an einem zufällig ausgewählten Teil der Schulen Tablets im Unterricht nutzten, während für die Schüler/innen an den anderen Schulen der Unterricht ohne Einsatz von Tablets stattfand. Untersucht wurden die Effekte auf die Lernanstrengungen (Ausmaß und Kontinuität der Leistungsbereitschaft im Unterricht) in einem viermonatigen und einem 16-monatigen Zeitraum.

Hier ergaben die Untersuchungen, dass der häufige Einsatz digitaler Medien allein zu fast keinen positiven langfristigen Veränderungen beim Lernen (Anstrengungen, Lernqualität) der Schüler/innen führte (Fütterer et al.: S. 15).

Dagegen deuten die Studienergebnisse darauf hin, dass positive Effekte erzielt werden, wenn die digitalen Medien für die kognitive Aktivierung der Schüler/innen genutzt werden und der Einsatz solcher Medien in einer didaktisch hochwertigen Weise erfolgt (Fütterer et al.: S. 13, 16).

Didaktisch angemessen und damit lernwirksam ist der Einsatz digitaler Medien, wenn diese eine Passung zu für ein bestimmtes Lernziel als relevant erachteten Lernprozessen aufweisen (Eigenschaft der sog. Affordanz), d.h. einen inhärenten Aufforderungscharakter zu Interaktionen haben, die auf die Realisierung des Lernziels gerichtet sind (Scheiter: S. 1043).

In einer Studie von Sung et al. wurde festgestellt, dass der Einsatz mobiler Endgeräte für projekt- und problembasiertes, forschendes und entdeckendes Lernen („inquiry-based-methods“) die Lernleistungen signifikant erhöht (Effektstärke $g=0,844$). Beim lehrerzentrierten Unterricht wird lediglich ein Effekt von $g=0,394$ erzielt. Und auch beim selbstgesteuerten Lernen wird lediglich eine mittlere Effektstärke von $g=0,44$ erreicht (Sung et al.: S. 263), wofür im evaluierten Unterricht fehlende adaptive Funktionen (insbesondere Feedback) der digitalen Medien verantwortlich sein könnten (Sung et al.: S. 265).

¹ Mit dem numerischen Wert d wird die Effektstärke einer untersuchten Einflussvariable auf ein beobachtetes Ergebnis angegeben. Für $d<0,5$ wird ein kleiner, für $0,5\leq d\leq 0,8$ ein mittlerer und für $d>0,8$ ein großer Effekt der untersuchten Einflussvariablen angenommen. Für $d<0$ liegen unerwünschte Effekte vor. Eine Variante zu d ist der Parameter g , der die sog. Besselkorrektur ($n-1$) berücksichtigt, um den Fehler der Schätzung vor allem bei kleinen Stichproben ($n < 20$) zu reduzieren.

Nähere empirische Erkenntnisse zu einem didaktisch angemessenen Einsatz digitaler Medien im Unterricht vermittelt etwa eine Metastudie von Hillmayr et al. zum didaktischen Potenzial digitaler Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht an Schulen der Sekundarstufe.

Diese Metastudie basiert auf 92 Primärstudien, die seit dem Jahr 2000 im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahrgangsstufen 5-13 durchgeführt wurden und dabei Lernergebnisse von Schülern, die digitale Hilfsmittel verwendeten, mit denen einer Kontrollgruppe verglichen, die ohne den Einsatz digitaler Hilfsmittel unterrichtet wurden.

Dabei zeigte sich etwa, dass die Kompetenz der Lehrkräfte und damit die Lehrerbildung einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse des Lernens mit diversen digitalen Medien hat (Hillmayr et al.: S. 11-13).

Fortbildungen der Lehrkräfte für das im Unterricht jeweils verwendete digitale Tool führten also zu deutlich größeren Effekten als in Studien, die keine entsprechenden Fortbildungen vorsahen (Hillmayr et al.: S. 17).

Werden die Effektstärken in Abhängigkeit von der Art des genutzten Tools betrachtet, so zeigen die Analysen erhebliche Effekte für dynamische mathematische Tools ($g = 1,02$) und intelligente tutorielle Systeme ($g = 0,89$). Mittlere Effekte ergaben sich für den Einsatz virtueller Realität ($g = 0,63$) und den Einsatz von Übungs- und Wiederholungsprogrammen ($g=0,58$), während der Einsatz hypermedialer Lernsysteme nur zu geringen Effekten führte (Hillmayr et al.: S. 15).

Für die erheblichen Effekte dürften interaktive und adaptive Funktionen wie Feedback, Aktivierung relevanten Wissens und Adaption an Lernvoraussetzungen verantwortlich sein (vgl. ebd., S. 18).

Überdies konnte gezeigt werden, dass die *ergänzende* Nutzung digitaler Medien zu einer größeren Effektstärke ($g = 0,64$) führte als die analoge Medien *ersetzende* Verwendung. Aufschlussreich ist zudem, dass hinsichtlich der Sozialform der größte Effekt erzielt wurde, wenn digitale Tools in Partnerarbeit genutzt werden ($g = 0,72$).

Des Weiteren konnte bestätigt werden, dass der positive Effekt der Nutzung digitaler Tools sich mit der Nutzungsdauer abschwächte; als ursächlich hierfür wurde die Abnahme eines Neuigkeitseffekts angenommen. (Hillmayr et al.: S. 17).

Weitere Erkenntnisse liefert Stegemanns systematisches Review von Metaanalysen zur Frage, inwieweit mit Hilfe digitaler Medien die Unterrichtsqualität im Hinblick auf die kognitive Aktivierung gefördert werden kann. Hier kann zunächst festgehalten werden, dass sich der Effekt digitaler Medien gegenüber analogen Medien weniger in den Lernergebnissen als solchen, sondern vor allem hinsichtlich der Lernzeit, der Qualität des Lernmaterials und der Lernaktivität erweist (Stegemann: S. 175).

So zeigte sich bei passiver Lernaktivitäten (Schüler rezipieren lediglich Lernmaterial), dass sich allenfalls mittlere Effekte zeigten, wenn statt des Einsatzes von Standbildern mit digitalen Medien Lerninhalte animiert präsentiert wurden (Stegemann: S. 183).

Bei konstruktiven Lernaktivitäten (z. B. Problem lösende Aktivitäten) zeigen sich etwa beim game-based-learning kleinere positive Effekte (Stegemann: S. 185). Überdies ergab sich, dass Intelligente Tutorielle Systeme ähnlich große Effekte erzielen können wie menschliche Tutoren (ebd.).

Zusammenfassend konnte u.a. festgehalten werden, dass digitale Medien dann positive Effekte auf den Lernerfolg haben, wenn sie dazu genutzt werden, um kognitive Prozesse zu erhöhen. In anderen Fällen zeigten sich keine positiven Effekte. Damit wurde einmal mehr bestätigt, dass der Einsatz digitaler Medien im Unterricht nicht per se einen didaktischen Mehrwert schafft (Stegemann: S. 186).

Zusammenfassung der vorstehend referierten Ergebnisse

Als unverzichtbare Bedingung für einen lernwirksamen digital gestützten Unterricht kann zunächst die Kompetenz der Lehrkräfte angesehen werden, ein digitales Medium technisch sachgerecht und fachdidaktisch effektiv einzusetzen. Hier stellt sich eine Herausforderung für die Lehrerbildung, auf die weiter unten noch eingegangen wird. Ebenso müssen selbstverständlich die Schüler in der Lage sein, die im Unterricht eingesetzten digitalen Medien kompetent nutzen zu können. Des Weiteren ist im Vergleich mit analogen Medien der Einsatz digitaler Medien lernwirksamer, wenn er zu einer höheren kognitiven Aktivierung führt, also die aktive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand in einem höheren Maße fördert. Die kognitive Aktivierung kann schließlich durch den Einsatz bestimmter digitale Medien wie interaktive Simulationen, intelligente tutorielle Systeme oder virtuelle Realität effektiv gefördert werden. So bieten z.B. virtuelle Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht die Möglichkeit, Phänomene auch

auf einem höheren Abstraktionsgrad zu modellieren und eventuelle Gefahren im Kontext realer Experimente zu vermeiden (Scheiter: S. 1047).

Weniger effektiv sind dagegen eher passives Lernen fördernde digitale Medien wie etwa Lern- und Übungsprogramme.

Tendenziell ist der Effekt digitaler Medien bei der Partnerarbeit größer als bei anderen Aktions- oder Sozialformen. Förderlich ist auch der Einsatz solcher digitalen Medien, die Feedback zum Lernprozess und (durch Interaktivität und Adaptivität) personalisiertes Lernen (Differenzierung und Individualisierung) ermöglichen. Schließlich gilt festzuhalten, dass digitale Medien nicht grundsätzlich lernwirksamer sind als analoge Medien und die Lernwirksamkeit auch nicht mit der Dauer ihres Einsatzes zunimmt.

Zu den Ergebnissen der Befragungen von Schulleitungen zur Vorbereitung ihrer Schulen auf digital gestützten Unterricht

In der PISA-Studie 2022 wurden Schulleitungen und Schüler zu verschiedenen Aspekten befragt, die als Indikatoren für eine Vorbereitung von Schulen auf einen digital gestützten Unterricht betrachtet wurden. Ein solcher Aspekt war die Ausstattung der jeweiligen Schule mit einer effektiven digitalen Lernplattform. Im Jahr 2022 waren nach Angaben der Schulleitungen im Durchschnitt 78 % der Schulen in den untersuchten OECD-Ländern mit einer solchen Lernplattform ausgestattet. 2018 hatte diese Ausstattungsquote noch bei 52 % gelegen. Die Schulen in Deutschland konnten hier einen überdurchschnittlichen Anstieg bei der Ausstattung mit Lernplattformen verzeichnen (OECDc : S. 183).

Positiv für die Integration digitaler Medien im Unterricht sind nach PISA neben den Hardware- und Software-Ressourcen auch entsprechende schulische Konzepte für das Lernen mit digitalen Medien. Solche Konzepte liegen an deutschen Schulen in einem deutlich über dem OECD-Durchschnitt liegenden Umfang vor (OECDc: S. 184). Bei diesen Konzepten dürfte es sich in erster Linie um Konzepte zur Förderung von Medienkompetenz handeln (vgl. Medienberatung NRW). Hier wäre allerdings über die Feststellung der Quantität hinaus zu untersuchen, inwieweit diese Konzepte auch mediendidaktischen Qualitätskriterien für die Entwicklung eines digital gestützten Unterrichts (Heldt et al.: S. 459) entsprechen.

Und 91,8 % der Schulleitungen deutscher Schulen (87,6 % im OECD-Durchschnitt) stimmten der Aussage zu, dass ihre Lehrkräfte die notwendige technische und pädagogische Kompetenz für eine (angemessene) Integration digitaler Medien in den Unterricht besitzen. Bei einer differenzierten Betrachtung der Aussagen der Schulleitungen zeigt sich allerdings, dass nur 16,2 % der Schulleitungen aus Deutschland der Aussage „sehr“ („strongly“) zustimmten, während im OECD-Durchschnitt 22 % der Schulleitungen diese Einschätzung abgaben (OECDd: Table B1.5.29).

Der Aussage, dass Lehrkräfte genügend Zeit erhalten, um einen Unterricht unter Einsatz digitaler Geräte vorzubereiten, stimmten insgesamt 48,9 % der Schulleitungen aus Deutschland zu (davon stimmten 6,9 % „sehr“ zu), während der OECD-Durchschnitt hier bei 58,8 % (11,9 % stimmten „sehr“ zu) lag. Verglichen etwa mit Schweden (Zustimmungsquote: 90,8 %, wobei 39,5 % der Schulleitungen aus Schweden der Aussage „sehr“ zustimmten) ist die Einschätzung im Hinblick auf deutsche Schulen erheblich schlechter (OECDd: Table B1.5.29).

Hinsichtlich der Aussage, ob genügend qualifizierte Angebote für Lehrkräfte zur Verfügung stehen, um den Umgang mit digitalen Medien (Geräten) zu erlernen, stimmten 69,9 % der Schulleitungen aus Deutschland zu (17,7 % stimmten mit „sehr“ zu), während im OECD-Durchschnitt 76,3 % der Schulleitungen zustimmten; 16,6 % stimmten hierbei „sehr“ zu (OECDd: Table B1.5.29).

Der Aussage, dass Lehrkräften positive Anreize (Incentivierung) geboten werden, um digitale Medien in den Unterricht zu integrieren, stimmten 58,4 % der Schulleitungen aus Deutschland zu, darunter 15,1 %, die „sehr“ zustimmten. Im OECD-Durchschnitt waren dies 55,2 %, wobei hiervon 12,6 % „sehr“ zustimmten (OECDd: Table 51.5.29).

Für Deutschland deuten diese Einschätzungen darauf hin, dass deutsche Schulen allenfalls mittelmäßig auf das Lernen mit digitalen Medien vorbereitet sind. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass die Einschät-

zungen der Schulleitungen hier weitgehend mit eigenem Leitungshandeln verbunden sind und daher im Zweifel eher wohlwollend ausfallen. Es besteht also Handlungsbedarf, um bessere Voraussetzungen für einen didaktisch effektiven ergänzenden (nicht ersetzenden) Einsatz digitaler Medien im Unterricht zu schaffen. Dieser Handlungsbedarf besteht inzwischen weniger im Hinblick auf die (durchschnittliche) technische Ausstattung der Schulen, auch wenn hier weitere Optimierungen möglich sind. Verbesserungsfähig erscheint der technische Support, wobei diesbezüglich die Zuständigkeiten und Möglichkeiten der Schulträger zu beachten sind.

Die relevante didaktische Herausforderung besteht im Hinblick auf die didaktische Beschaffenheit digitaler Medien und die Phasen der Lehrerbildung.

Effektives Lernen mit digitalen Medien – Anforderungen an die didaktische Beschaffenheit digitaler Lernmedien

Digitale Lernmedien sind analogen Lernmedien nicht grundsätzlich didaktisch überlegen. Damit sie einen didaktischen Mehrwert gegenüber analogen Medien erzielen können, müssen Bedingungen für den Einsatz des Mediums (z.B. die Kompetenz zur sachgerechten Nutzung des digitalen Mediums) erfüllt sein und die Eigenschaft der Affordanz des digitalen Mediums gegeben sein (Scheiter: S. 1043).

Digitale Medien sind affordant, wenn ihre Eigenschaften und Funktionalitäten eine Passung zu einem lernzielrelevanten Lernprozess ermöglichen, wobei ihr Einsatz im Vergleich zum Einsatz didaktisch geeigneter analoger Medien nicht zu einer Verlängerung der vom Schüler tatsächlich aufzuwendenden Zeit für das Erreichen der angestrebten Ziele führen sollte. Insbesondere sind also solche Unterrichtssituationen zu vermeiden, in denen die Schüler mit dem digitalen Medium interagieren, ohne dass diese Interaktion auf die Verwirklichung des didaktisch intendierten Lernziels gerichtet ist.

Aufgabe der Lehrkraft ist es, diese als Möglichkeit gegebene Affordanz durch didaktische Entscheidungen und Handlungen unterrichtliche Realität werden zu lassen. Dies bedeutet, positive Lerneffekte im Sinne eines didaktischen Mehrwertes dadurch anzustreben, dass ein Lernarrangement die Funktionalitäten des digitalen Mediums so nutzt, dass damit lernzielrelevante kognitive Verarbeitungsprozesse unterstützt werden, die ohne das digitale Medium in dieser Weise nicht möglich wären (Scheiter: S. 1043).

Ein digitales Medium hat das Potenzial zu einem didaktischen Mehrwert, wenn es Funktionalitäten wie etwa die dynamische und interaktiv zu steuernde Visualisierung eines Prozesses oder das an die individuelle Lernentwicklung adaptierte Feedback aufweist und insoweit einem analogen Medium überlegen ist, das z.B. lediglich eine statische Visualisierung ermöglicht. Solche Funktionalitäten im Sinne eines potenziellen didaktischen Mehrwertes können auch Anwendungen wie Virtual/Augmented Reality oder Digital Game-based Learning besitzen, sofern hier weitere Aspekte beachtet werden (z.B. möglichst realistisch erscheinende Umgebungen, Avatare und Handlungsmöglichkeiten bei Virtual Reality) (Rieger et al.: S. 112f).

Effektives Lernen mit digitalen Medien – Anforderungen an die Lehrerbildung

Die Kompetenzen von Lehrkräften für einen didaktisch effektiven Einsatz digitaler Medien im Unterricht sind Gegenstand vieler Publikationen, wobei diese sich oft auf die Einschätzung dieser Kompetenzen zumeist durch die Lehrkräfte selbst (vgl. Lorenz et al. 2022) oder die Beschreibung von Kompetenzdimensionen in sog. Kompetenzmodellen beziehen.

Professionalität der Lehrkräfte und Kompetenzmodelle

Populäre Beispiele für solche Modelle sind insbesondere das TPaCK-Modell (Mishra et al. 2006) und das DPaCK-Modell (Huwer et al. 2019), wobei technologische bzw. digitalisierungsbezogene, pädagogische und (fach-)inhaltsbezogene Kompetenzdimensionen unterschieden und sodann Teilkompetenzen betrachtet werden, die sich aus den unterschiedlichen „Schnittmengen“ (genauer: Verbindungen) von je zwei bzw. der drei Kompetenzdimensionen (mit dem Kürzel TPaCK bzw. DPaCK bezeichnet) ergeben sollen.

Diese Modelle eignen sich für die analytische Beschreibung der erforderlichen (formalen) Teilkompetenzen, nicht jedoch für die Ausdifferenzierung der konkret-inhaltlichen Kompetenzen und auch nicht für die operative Planung von Maßnahmen der Lehrerbildung. Denn solche Maßnahmen hätten weniger zu vermitteln, **dass** die drei Kompetenzdimensionen zu unterscheiden und miteinander zu verbinden sind, sondern **wie** dies für die einzelnen Unterrichtsfächer geschehen kann. Hierzu ist den Modellen wenig zu entnehmen und

auch auf die Frage, wie denn konkret die einzelnen Kompetenzen der Lehrkräfte erfasst werden können, geben die Modelle keine Antwort.

Allgemeine Kompetenzmodelle und auch der von Unterrichtsfächern abstrahierende „Orientierungsrahmen für die Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung in NRW“ (Eickelmann) bieten somit zwar eine Orientierung für die formalen Ziele und Bereiche einer digitalisierungsbezogenen Lehrerbildung, die erforderlichen konkreten Inhalte lassen sich aus diesen Orientierungen indes nicht stringent ableiten. Dies ist auch schon deshalb nicht möglich, weil solche konkreten Inhalte auf die Gestaltung von Lernarrangements im Unterricht bezogen sein müssen und damit überwiegend Unterricht als Fachunterricht im Fokus steht. Auf die Unterrichtsentwicklung bezogene Maßnahmen digitalisierungsbezogener Lehrerbildung müssen folglich auch fachdidaktische Aspekte berücksichtigen.

Teilnahme an Fortbildungen und digitalisierungsbezogene Kompetenzen von Lehrkräften

Zumindest für die zweite und dritte Phase der Lehrerbildung (Vorbereitungsdienst und Fortbildung) ist daher zu fordern, dass das Wissen über das didaktische Potenzial digitaler Medien (vgl. Hinweise im letzten Abschnitt) und die Kompetenz, dieses Wissen bei einem entsprechenden (fach-)unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien mit einem didaktischen Mehrwert einzusetzen, müssen zusammen und in Kombination miteinander aufgebaut werden. Wie aber steht es um die digitalisierungsbezogenen Kompetenzen der Lehrkräfte in Deutschland. Ein Blick auf empirische Studien und großflächige Maßnahmen signalisiert auf den ersten Blick einige positive Entwicklungen, so schätzen Lehrkräfte in jüngeren Studien ihre digitalisierungsbezogenen Kompetenzen besser ein als in früheren Studien (Lorenz et al.: S. 20).

Dabei muss jedoch stets beachtet werden, dass diese Ergebnisse auf Selbsteinschätzungen basieren. Aus ausländischen Studien ist bekannt, dass Lehrkräfte hinsichtlich ihrer (digitalisierungsbezogenen) Kompetenzen oftmals zu optimistischen Einschätzungen neigen, die in Kompetenztests nicht bestätigt werden (Hämäläinen et al.: S. 9ff). Auch entsprechen die o.a. Selbsteinschätzungen von Lehrkräften zu den eigenen digitalisierungsbezogenen Kompetenzen nicht der allgemeinen Selbsteinschätzung hinsichtlich des Ausmaßes der Integration digitaler Medien in den Unterricht (Vodafone: S. 31). Eine Erklärung hierfür scheint zu sein, dass Lehrkräfte zwar in einem quantitativ relevanten Ausmaß digitale Medien für und im Unterricht einsetzen, ihnen aber oftmals das Wissen über das didaktische Potenzial digitaler Medien fehlt, um dieses Potenzial im Unterricht ausschöpfen zu können (Vodafone: S. 33). Hier stellen sich Fragen an die Lehrerbildung.

Bereits die internationale Vergleichsstudie ICILS 2018 hatte gezeigt, dass für Lehrkräfte in Deutschland im OECD-Vergleich eine signifikant unterdurchschnittliche Teilnahme an Fortbildungen mit digitalisierungsbezogenen Inhalten zu verzeichnen ist (Eickelmann et al.: S. 199).

Immerhin sind die hier im sog. Länderindikator 2021 erhobenen Werte deutlich höher, aber sie bleiben verbesserungswürdig, wenn laut eigenen Angaben der befragten Lehrkräfte nur 62,8 % in Fortbildungen gelernt haben, digitale Medien im Unterricht lernwirksam und zielführend einzusetzen (Lorenz et al.: S. 197). Und Entwicklungsmöglichkeiten bestehen auch, wenn lediglich rund die Hälfte der befragten Lehrkräfte angibt, „in den letzten zwei Jahren an einer Fortbildung zur Nutzung von digitalen Medien zur Unterstützung individualisierten Lernens von Schülerinnen und Schülern teilgenommen“ zu haben (Lorenz et al.: S. 199).

Erwartungen von Lehrkräften an Fortbildungen mit digitalisierungsbezogenen Inhalten

Die Gründe für diese zwar gestiegene, aber im internationalen Vergleich immer noch recht niedrige Teilnahme an Lehrerfortbildungen mit digitalisierungsbezogenen Inhalten sind unterschiedlich.

Ein Grund scheint zu sein, dass die zeitlichen Erwartungen von Lehrkräften an Fortbildungen nicht den angebotenen Zeiten von realen Fortbildungen entsprechen. Plakatativ formuliert, bevorzugen Lehrkräfte nicht zu lange Präsenzveranstaltungen (Vodafone: S. 48), und zwar vorzugsweise während der Unterrichtszeit (Schulze-Vorberg et al.: S. 1125).

In inhaltlicher Hinsicht wünschen sich Lehrkräfte vor allem solche Fortbildungen, die „einen klaren Bezug zum Unterrichtsalltag sowie zu ihren unterrichteten Fächern haben, und die darüber hinaus leicht umsetzbaren Konzepte vermitteln und den Austausch mit anderen Lehrkräften ermöglichen“ (Schulze-Vorberg et al.: S. 1117). So sollten in Fortbildungen z.B. Unterrichtsmaterialien erarbeitet oder bewertet sowie Unterrichtskonzepte erprobt werden (Schulze-Vorberg et al.: S. 1125).

In konkret-didaktischer Hinsicht präferieren Lehrkräfte die Themen „Einsatz digitaler Technologie zur Unterstützung des individualisierten Lernens der Schülerinnen und Schüler“, „fachspezifischer Einsatz von digitalen Lehr- und Lernressourcen“ und „pädagogische, didaktische Integration digitaler Technik in Lehr- und Lernprozesse“ (Vodafone: S. 51). Kennzeichnend für die Wünsche und Erwartungen der Lehrkräfte ist also die (fach-)unterrichtspraktische Relevanz und Verwendungsmöglichkeit.

Hinsichtlich der Arbeitsform in Fortbildungen zeigt sich eine Präferenz für die Kleingruppenarbeit (Schulze-Vorberg et al.: S. 1125).

Fortbildungen mit digitalisierungsbezogenen Inhalten aus schuladministrativer Perspektive

Diese Präferenzen der Lehrkräfte insbesondere hinsichtlich des Fortbildungsformats kollidieren mit dem schulischen und staatlichen Auftrag der möglichst vollständigen Unterrichtsversorgung. Auf schuladministrativer Seite werden daher eher Fortbildungen bevorzugt und angeboten, die außerhalb des Unterrichts stattfinden oder absolviert werden können. So schlägt etwa die Ständige Wissenschaftliche Kommission der KMK (SWK) vor, „verstärkt digitale und hybride Formate“ der Fortbildung zu nutzen, auch da so ein überregionaler Adressatenkreis erreicht werde und Reisezeit entfielen (SWK: S. 129). Ergänzt werden kann, dass mit digitalen Formaten auch keine Dienstzeiten für die An und Abreise aufzuwenden sind und Reisekosten für den Dienstherrn entfallen. So hat es in Nordrhein-Westfalen bis zum 30.06.2023 im Auftrag des Schulministeriums eine von vier Bildungsunternehmen getragene digitale Fortbildungsoffensive gegeben (MSBc), bei der Lehrkräfte zahlreiche Online-Angebote (Web-Based-Trainings, Video-Tutorials und Handreichungen) zu den Kompetenzbereichen des Orientierungsrahmens für die Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung in NRW nutzen konnten (MSBc). Die digitale Fortbildungsoffensive war insofern ein ökonomisch relativ günstiges Projekt, nur zeigen eben Befragungen von Lehrkräften, dass gerade Online-Veranstaltungen für die Befragten am wenigsten attraktiv waren, gefolgt von Blended-Learning-Formaten (Vodafone: S. 1125). Gesucht sind daher Formate, die dienstliche Belange und solche der Lehrkräfte möglichst weit zur Deckung bringen.

Überlegung zu bedarfsgerechter Fortbildung

Aus dienstrechtlicher Sicht (§ 11 ADO) können obligatorische Fortbildungen sowohl während der Unterrichtszeit (in diesem Fall ist für Vertretungsunterricht zu sorgen) als auch außerhalb der Unterrichtszeit (z.B. in den Schulferien) stattfinden. Überdies können die Schulen zwei Unterrichtstage pro Schuljahr zur Fortbildung für das gesamte Kollegium (sog. Pädagogische Tage) nutzen. Es scheint daher angemessen, Fortbildungsmaßnahmen in einem ausgewogenen Verhältnis auf planmäßige Unterrichtszeiten und außerunterrichtliche Zeiten zu verteilen. So könnte es sich z.B. anbieten, bis zu zwei Pädagogische Tage so zu legen, dass sie an Ferientage anschließen, von denen dann der erste oder die ersten beiden für systematische Fortbildungen genutzt werden. Auf diese Weise könnte einem Kriterium für wirksame Fortbildungen Rechnung getragen werden, dass nämlich Fortbildungen hinreichend Zeit benötigen, um sich durch Anwendungsmöglichkeiten und Reflexionsphasen aktiv mit dem Gelernten auseinanderzusetzen (Lipowsky/Rzejak: S. 50).

Digitale Fortbildungsformate sollten dementsprechend präsentische allenfalls ergänzen, nicht aber komplett ersetzen, da sie den direkten kollegialen Austausch über in der Fortbildung rezipierte Konzepte oder über erwartete Lernwege/-schwierigkeiten der Schüler erschweren (Kuschel: S. 27).

In inhaltlicher Hinsicht entsprechen die o.a. Erwartungen der Lehrkräfte an Fortbildungen mit digitalisierungsbezogenen Inhalten der weiter oben erhobenen Forderung, das Wissen um das didaktische Potenzial digitaler Medien gemeinsam mit der Fähigkeit aufzubauen und zu verknüpfen, bei einem sich (fach-)didaktisch anbietenden Einsatz eines digitalen Mediums dessen Möglichkeiten im Sinne eines didaktischen Mehrwerts auch nutzen zu können. Und diesbezüglich scheint es hinsichtlich der tatsächlichen amtlichen Fortbildungsangebote Zweifel zu geben, wie auch Befragungen von Lehrkräften ergeben (Vodafone: S. 47).

Zwar erachten auch die Kultusministerkonferenz (KMK: S. 30f) und die einzelnen Landesschulministerien (vgl. z.B. MSBa: S. 23-25) die Lehrerfortbildung mit digitalisierungsbezogenen Inhalten als notwendiges Handlungsfeld und beschreiben hier Ziele und Aufgaben mit programmatischen Aussagen. Ebenso werden auch Zuständigkeiten für die Umsetzung formal delegiert, etwa wenn an nordrhein-westfälischen Schulen

Lehrkräfte als Digitalisierungsbeauftragte qualifiziert werden sollen, um ihre jeweilige Schule „bei pädagogisch-didaktischen Prozessen der Schul- und Unterrichtsentwicklung in einer digitalen Welt“ zu unterstützen (MSBb). Jedoch sind diese ministeriellen Aussagen und Vorgaben eher allgemein und formal, sie haben z. B. nicht den Charakter konkreter Kompetenzformulierungen, wie sie etwa für schulische Lehr- und Bildungspläne üblich sind.

Damit bleibt die Aufgabe, die Transmission von der ministeriellen Programmatik zur unterrichtlichen Wirklichkeit der einzelnen Schule zu bewerkstelligen. Als Beispiel für einen breit angelegten, aber nicht gänzlich überzeugenden Umsetzungsversuch kann die bereits erwähnte und inzwischen beendete digitale Fortbildungsoffensive des Landes NRW gelten, die für Lehrkräfte über 150 Lerneinheiten online anbot. Allerdings vermittelten diese Angebote der vier Bildungsunternehmen häufig Kenntnisse über die Funktionalitäten bestimmter digitaler Medien, die fachdidaktische Einbettung in konkrete Lernarrangements trat demgegenüber zurück.

Wenn aus vorgenannten Gründen breit angelegte Online-Fortbildungen also nicht der Königsweg für die Professionalisierung der Lehrkräfte sind und überdies festzustellen ist, dass in Deutschland präsentische Lehrerfortbildungen überwiegend in den Schulen stattfinden (Vodafone: S. 42), dann gilt es, Lehrerfortbildungen mit digitalisierungsbezogenen Inhalten vorrangig schulintern oder schulkooperativ (benachbarte Schulen kooperieren) zu organisieren. Auf diese Weise könnten mit den Fortbildungsmaßnahmen auch ganze Fachschaften adressiert werden, wodurch den fachdidaktischen Aspekten eines digital gestützten (Fach-)Unterrichts Rechnung getragen werden könnte. Und die schulbezogenen Fortbildungsmaßnahmen könnten dahingehend koordiniert werden, dass in ausgewählten Schulen (ggf. über geeignete Incentivierungen) für unterschiedliche Fächer, Jahrgangsstufen und Bildungsgänge jeweils exemplarische Unterrichtsmaterialien erarbeitet und Unterrichtskonzepte erprobt werden, die dann auf einer Plattform (z.B. NRW-Lernplattform Logineo; vgl. hierzu Gerick et al.: S. 67) allen Schulen als Good Practice-Beispiele zur Verfügung gestellt werden. Ein solches Vorgehen würde nicht nur die Vorteile einer Arbeitsteilung nutzen, es würde auch solchen Erwartungen entsprechen, die Lehrkräfte an eine gute und unterrichtsrelevante Lehrerfortbildung richten (Vodafone: S. 1125).

Fazit

Die Erkenntnisse, die PISA 2022 zum Einsatz digitaler Medien zum Unterricht liefert, sind keine umfassenden Antworten auf offene mediendidaktische Fragen, sondern eher öffentliche Indikatoren für Handlungsbedarfe. So sind zum einen (evidenzbasierte) Konzepte zu entwickeln, wie das didaktische Potenzial digitaler Medien für konkrete Lernarrangements bewertet und im Fall eines didaktischen Mehrwerts gegenüber analogen Medien für den konkreten (Fach-)Unterricht möglichst lernwirksam genutzt werden kann. Zum anderen ist dieses konzeptuelle Wissen in wirksamen schulnahen Lehrerfortbildungen zu vermitteln, didaktisch zu reflektieren und konkret zu erproben sowie in schulische Medienkonzepte zu transferieren.

Die erste Phase der Lehrerbildung (Studium) war hier nicht in den Blick genommen worden. Doch auch für sie gilt, dass auf der Basis einer Verknüpfung von Mediendidaktik, Fachwissenschaft und Fachdidaktik konkrete Kompetenzen zu operationalisieren und im Studium zu erwerben sind (Haider et al.: S. 67).

Ein Hinweis am Ende: Einmal mehr wurde übrigens durch die Ergebnisse von PISA 2022 zum Unterrichtseinsatz digitaler Medien ein Hinweis darauf gegeben, dass digitale Medien anderen Vermittlern nicht per se überlegen sind, sondern dass es auch hier wie bei allen Strukturmomenten auf die didaktische Passung ankommt.

Literatur

Eickelmann, B. (2020). Lehrkräfte in der digitalisierten Welt. Orientierungsrahmen für die Lehrerbildung und Lehrerfortbildung in NRW. Hrsg. von der Medienberatung NRW.

https://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/_Medienberatung-NRW/Publikationen/Lehrkraefte_Digitalisierte_Welt_2020.pdf

Eickelmann, B./Bos, W./Gerick, J. et al. (Hg.) (2019). ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Münster/New York.

<https://www.waxmann.com/?eID=texte&pdf=4000Volltext.pdf&typ=zusatztext>

Fütterer, T./Scheiter, K./Cheng, X./Stürmer, K.(2022): Quality beats frequency? Investigating students' effort in learning when introducing educational technology in classrooms. Contemporary Educational Psychology.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361476X22000017?via%3Dihub>

Gerick, J./Eickelmann, B./Steglich, E. (2019). Abschlussbericht zur prozessbegleitenden Evaluation der Einführung von LOGINEO NRW an Pilotschulen. Paderborn.

<https://kw.uni-paderborn.de/fileadmin->

[kw/fakultaet/Institute/erziehungswissenschaft/Schulpaedagogik/PDF/190706_Abschlussbericht_LNRW_FINAL.pdf](https://kw.uni-paderborn.de/fileadmin-kw/fakultaet/Institute/erziehungswissenschaft/Schulpaedagogik/PDF/190706_Abschlussbericht_LNRW_FINAL.pdf)

Hämäläinen, R./Nissinen, K./Mannonen, J. et al. (2021). Understanding teaching professionals digital competence. What do PIAAC and TALIS reveal about technology related skills attitudes and knowledge In Computers in Human Behavior Volume 117 April 2021 106672. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563220304192>

Haider, M./Schmeink, D. (2022). Kompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt - In: Haider, M./Schmeink, D. (Hg.). Digitalisierung in der Grundschule. Grundlagen, Gelingensbedingungen und didaktische Konzeptionen am Beispiel des Fachs Sachunterricht. Bad Heilbrunn, S. 56-70.

https://www.pedocs.de/volltexte/2022/24250/pdf/Haider_Knoth_2022_Kompetenzen_von_Lehrkraeften.pdf

Hattie, J. A. (2008). Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. London

Hattie, J. A. (2017). Hattie's 2018 updated list of factors related to student achievement. 252 influences and effect sizes (Cohen's d). <https://visible-learning.org/hattie-ranking-influences-effect-sizes-learning-achievement/>

Hattie, J. A. (2023). Visible Learning: The Sequel. A Synthesis of Over 2,100 Meta-Analyses Relating to Achievement. London and New York

Heldt, M./Lorenz, R./Eickelmann, B. (2020). Relevanz schulischer Medienkonzepte als Orientierung für die Schule im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung. In: Unterrichtswissenschaft (2020) 48:447–468.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s42010-020-00070-y.pdf>

Hillmayr, D./Ziernwald, L./Reinhold, F. et al. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. In: Computers & Education 153 (2020) 103897.

<https://epub.ub.uni-muenchen.de/84380/1/1-s2.0-S0360131520300968-main.pdf>

Huwer, J./Irion, T./Kuntze, S. et al. (2019).: Von TPaCK zu DpaCK. Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen. In: MNU Journal – Ausgabe 05.2019, S. 358 – 364.

[https://www.researchgate.net/publication/335748844_Von_TPaCK_zu_DPaCK_-_](https://www.researchgate.net/publication/335748844_Von_TPaCK_zu_DPaCK_-_Digitalisierung_im_Unterricht_erfordert_mehr_als_technisches_Wissen/link/5d7e5d60299bf1d5a9802c83/download)

[_Digitalisierung_im_Unterricht_erfordert_mehr_als_technisches_Wissen/link/5d7e5d60299bf1d5a9802c83/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnNOUGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn9](https://www.researchgate.net/publication/335748844_Von_TPaCK_zu_DPaCK_-_Digitalisierung_im_Unterricht_erfordert_mehr_als_technisches_Wissen/link/5d7e5d60299bf1d5a9802c83/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnNOUGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn9)

KMK (Hg.) (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/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf

Kuschel, J. (2022): Steuerung im Lehrkräftefortbildungssystem in Deutschland. Universität Potsdam.

<https://d-nb.info/127547568X/34>

Lipowsky, F./Rzeja, D. (2021). Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten. Ein praxisorientierter und forschungsgestützter Leitfaden. Gütersloh.

<https://www.bertelsmann->

[stiftung.de/fileadmin/files/user_upload/Fortbildungen_fuer_Lehrpersonen_wirksam_gestalten.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/user_upload/Fortbildungen_fuer_Lehrpersonen_wirksam_gestalten.pdf)

Lorenz, R./Yotyodying, S./Eickelmann, B./Endberg, M. (Hg.) (2022). Schule digital – der Länderindikator 2021. Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Sekundarstufe I in Deutschland im Bundesländervergleich und im Trend seit 2017. Münster/New York 2022.

https://www.pedocs.de/volltexte/2022/24606/pdf/Lorenz_et_al_2022_Schule_digital_2021.pdf

- Medienberatung NRW (Hg.) (2019). In sieben Schritten zum schulischen Medienkonzept. Leitfaden für Grundschulen, Förderschulen und Schulen mit Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/Leitfaden_Medienkonzept_2019.pdf
- MSBa: Ministerium für Schule und Bildung NRW (Hg.) (2022). Digitalstrategie Schule NRW. Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Umsetzungsstrategie bis 2025. Düsseldorf.
https://xn--broschuren-v9a.nrw/fileadmin/digitalstrategie-schule-nrw/pdf/digitalstrategie_schule_nrw_web.pdf
- MSBb: Ministerium für Schule und Bildung NRW (Hg.) (2022). Lehren und Lernen in der Digitalen Welt; Qualifizierung von Digitalisierungsbeauftragten an Schulen. RdErl. d. Ministeriums für Schule und Bildung v. 12.09.2022 (ABl. NRW. 09/22). <https://bass.schul-welt.de/19624.htm>
- MSBc: Ministerium für Schule und Bildung NRW (Hg.). Digitale Fortbildungsoffensive NRW. <https://dfo-nrw-lehrkraefte.de/>
- Mishra, P./Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record 108, Nr. 6: 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.0068>
- OECDa: OECD (2023), PISA 2022. Ländernotiz für Deutschland.
https://www.oecd.org/media/oecdorg/satellitesites/berlincentre/pressethemen/GERMANY_Country-Note-PISA-2022_DEU.pdf
- OECDb: OECD (2023), PISA 2022. Ergebnisse, Lernstände und Bildungsgerechtigkeit. Band 1.
<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/6004956w.pdf?expires=1702284039&id=id&accname=guest&checksum=AD4CA0D42F152A699CE14A12F01FBB8D>
- OECDc: OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and From – Disruption.
<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/a97db61c-en.pdf?expires=1702284519&id=id&accname=guest&checksum=E7F0E6FCD1FD75AC6D2F23F245A06D1F>
- OECDd: OECD (2023), PISA 2022, Tables II.B1.5.
<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fstat.link%2Ffiles%2Fa97db61c-en%2Fpyhr6e.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK>
- Rieger, M. B./Engl, A./Risch, B. (2023). Formulierung von Gestaltungsprinzipien für VR-Lernumgebungen. In: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung (49.: 2022 : Aachen): Lernen, Lehren und Forschen in einer digital geprägten Welt. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Duisburg-Essen : Universität 2023, S. 111-114.
https://www.pedocs.de/volltexte/2023/27632/pdf/Vorst_2023_Lernen_Lehren_und_Forschen.pdf
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (2021) 24, S. 1039–1060.
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11618-021-01047-y.pdf>
- Schulze-Vorberg, L./Krille, C./Fabriz, S./Horz, H.: Hinweise und Empfehlungen für die Konzeption von Lehrkräftefortbildungen zu digitalen Medien. In: ZfE (2021) 24, S. 1113–1142; verfügbar unter:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11618-021-01046-z>
- SWK: Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (Hg.) (2022). Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). Bonn 2022, Kapitel 4 (Digitalisierung und Lehrkräftebildung), S. 109-129.
https://www.pedocs.de/volltexte/2022/25273/pdf/SWK_2022_Digitalisierung_im_Bildungssystem.pdf
- Stegmann, K. (2020). Effekte digitalen Lernens auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule. Eine Integration metaanalytischer Befunde. In: Zeitschrift für Pädagogik 66 (2020) 2, S.174-190
- Sung, Y. T./Chang, K. E./Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. Computers & Education, 94, S. 252-275.
https://www.researchgate.net/publication/284563842_The_Effects_of_Integrating_Mobile_Devices_with_Teaching_and_Learning_on_Students'_Learning_Performance_A_Meta-Analysis_and_Research_Synthesis/link/56f2361b08aee9c94cfd7f2e/download

Vodafone Stiftung Deutschland (Hg.) (2022). Zwischen Vision und Realität. Digitalität und Zukunftskompetenzen an Schulen im europäischen Vergleich. Düsseldorf.

https://www.vodafone-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/11/Digitale-Bildung-zwischen-Vision-und-Realitaet_IPSOS-Studie_2022_der-Vodafone-Stiftung-Deutschland.pdf