



LEUPHANA
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

#VonDatenZuTaten –

Wie Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen

Von der Fakultät Bildung

der Leuphana Universität Lüneburg zur Erlangung des Grades

Doktorin der Philosophie

Dr. phil.

vorgelegte Dissertation von

Alina Kristin Hase

geboren am 04. Juli 1996 in Bad Driburg

Eingereicht am: 22. November 2023

Mündliche Verteidigung am: 05. Juni 2024

Erstbetreuerin und -gutachterin: Prof.in Dr.in Poldi Kuhl, Leuphana Universität Lüneburg

Zweitgutachterin: Prof.in Dr.in Julia Gerick, TU Braunschweig

Drittgutachter: Prof. Dr. Michael Besser, Leuphana Universität Lüneburg

Die einzelnen Beiträge des kumulativen Dissertationsvorhabens sind wie folgt veröffentlicht:

Hase, A., Kahnbach, L., Kuhl, P., & Lehr, D. (2022). To use or not to use learning data: A survey study to explain German primary school teachers' usage of data from digital learning platforms for purposes of individualization. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.920498>

Hase, A., & Kuhl, P. (2024). Datengestützte Entscheidungsfindung trifft Digitalisierung – Einblicke in die prozesshafte unterrichtliche Nutzung digitaler Lerndaten von Grundschullehrkräften. *Zeitschrift für Bildungsforschung*. <https://doi.org/10.1007/s35834-024-00434-9>

Hase, A., & Kuhl, P. (2024). Teachers' use of data from digital learning platforms for instructional design: a systematic review. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10356-y>

Veröffentlichungsjahr: 2024

Danksagung

Zuallererst danke ich meiner Erstbetreuerin und -gutachterin Poldi Kuhl für die umfangreiche Unterstützung meines Dissertationsprojektes. Danke, dass du dir immer wieder Zeit für wertschätzende und konstruktive Rückmeldungen zu meinen Forschungsarbeiten genommen hast sowie mir zahlreiche Tagungsreisen ermöglicht und so zu meiner Weiterentwicklung beigetragen hast. Ebenfalls möchte ich meiner Zweitgutachterin Julia Gerick und meinem Drittgutachter Michael Besser dafür danken, dass sie meine Dissertation fortwährend begleitet und abschließend begutachtet haben.

Ebenso sei dem Projekt CODIP gedankt, aus welchem heraus meine Dissertation erwachsen ist. Insbesondere danke ich dabei meinen Kolleginnen Larissa und Leonie. Das gemeinsame Publizieren von Fachartikeln und das Vortragen auf Fachtagungen haben mir viel Freude bereitet. An unsere TaDa-Studie, die vielen Pomodoro-Sessions, das gemeinsame Leiden und Lachen werde ich immer gern zurückdenken. Danke, dass du immer ein offenes Ohr für mich hattest, Leonie. We did it! Im CODIP Projekt wurde ich ebenfalls tatkräftig von meinen studentischen Mitarbeiterinnen Lena, Neele und Carolin unterstützt, danke dafür. Ein weiterer Dank gilt meinen Entwicklungsteamlehrkräften Annika und Nele – danke, dass ihr mit euren Einblicken aus der Praxis meine Forschung bereichert habt.

Auch danke ich Lina, Anja, Saskia und Fynn aus der Arbeitsgruppe von Poldi Kuhl. Danke für die vielen gemeinsamen Momente, eure unterstützenden Worte und Taten und das Feiern von Erfolgen!

Einen ganz persönlichen Dank möchte ich an meine Familie richten. Ich danke meinen Eltern, meinen Geschwistern, meinen Nichten, meiner Oma und dem Rest meiner Familie für den stetigen Rückhalt, das Interesse an meiner Arbeit und auch die ein oder andere Ablenkung. Meinem Mann Andreas danke ich von Herzen, dass er von Anfang bis Ende mein Dissertationsvorhaben unterstützt und mich stärkend auf dem Weg begleitet hat.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Summary	2
1. Einleitung	3
2. Theoretischer Hintergrund	4
2.1 Datenbasierte Entscheidungsfindung im Schul- und Unterrichtskontext	5
2.2 Data Literacy als Grundlage für datenbasierte Entscheidungsfindung	10
2.3 Datafizierung durch Digitalisierung	13
2.4 Nutzung digitaler Medien zum Üben im Unterricht	14
2.5 Potentiale und Grenzen von Daten aus digitalen Lernplattformen	19
2.6 Forschungsdesiderate zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen	23
3. Forschungsfrage und Konzeption der Dissertation	23
4. Die Artikel im Überblick	25
4.1 Artikel 1 – Systematisches Review zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen (Hase & Kuhl, 2024)	25
4.2 Artikel 2 – Fragebogenstudie zur Vorhersage der Intention zur Nutzung sowie zur tatsächlichen Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen (Hase et al., 2022)	27
4.3 Artikel 3 – Interview- und Einzelfallstudie zur Gestaltung der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen (Hase & Kuhl, 2024)	29
5. Zusammenfassung und Diskussion	31
5.1 Diskussion der übergeordneten Forschungsfrage des Rahmenpapiers	31
5.2 Stärken und Limitationen der Dissertation	35
5.3 Implikationen für die Bildungsforschung	37
5.4 Implikationen für die Lehrkräftebildung und Bildungspraxis	38
Literaturverzeichnis	40
Artikel 1	56
Artikel 2	78
Artikel 3	94

Zusammenfassung

Daten als Grundlage für Unterrichts- oder Schulentwicklung zu nutzen, wird mit der datenbasierten Entscheidungsfindung (data-based decision making) seit einigen Jahrzehnten in der Bildungsforschung betrachtet (Bez et al., 2023; Hamilton et al., 2009; Mandinach & Gummer, 2016). Durch eine von der Digitalisierung getriebene Datafizierung stehen Lehrkräften mehr Daten denn je zur Verfügung und es werden neue Potentiale der datenbasierten Entscheidungsfindung diskutiert (Altenrath et al., 2021; Jarke & Breiter, 2019; Mandinach & Abrams, 2022). Beispielsweise erhalten Lehrkräfte mit Daten aus digitalen Lernplattformen Informationen zu den Lernbedürfnissen ihrer Schüler:innen und können so ihrer heterogenen Schüler:innenschaft gerecht werden, indem sie hieraus Maßnahmen zur adaptiven Unterrichtsgestaltung ableiten (Jude et al., 2023; Schaumburg, 2021; Williamson, 2016). Wie Lehrkräfte digitale Daten tatsächlich nutzen, ist noch nicht ausreichend beforscht. Dies gilt insbesondere für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen im deutschsprachigen Forschungskontext (Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Scheiter, 2021). Davon ausgehend untersucht die vorliegende kumulative Dissertation als übergreifende Forschungsfrage, wie (Grundschul-)Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen. Hierfür erfolgt als erste Teilstudie die Durchführung eines systematischen Reviews, welches den internationalen Forschungsstand aufarbeitet. Die zweite Teilstudie ist als Fragebogenstudie angelegt und untersucht, wie die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte in Deutschland ausgeprägt ist und welche Faktoren die Intention zur Nutzung sowie die tatsächliche Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen vorhersagen können. Mithilfe qualitativer Forschungsmethodiken werden in der dritten Teilstudie Erkenntnisse dazu gewonnen, wie Grundschullehrkräfte ihre Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen ausgestalten.

Das hier vorgelegte Rahmenpapier stellt die für alle drei Artikel relevanten theoretischen Grundlagen dar, erläutert die Konzeption der Dissertation, fasst die Artikel zusammen und diskutiert sie anschließend zusammenhängend vor dem Hintergrund der übergreifenden Forschungsfrage. Abschließend werden ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen Implikationen für die Bildungsforschung sowie die Lehrkräftebildung und Bildungspraxis abgeleitet.

Summary

The use of data for instructional or school development has been considered with data-based decision making for several decades in educational research (Bez et al., 2023; Hamilton et al., 2009; Mandinach & Gummer, 2016). As a result of digitization-driven datafication, teachers have access to more data than ever before, and new potentials for data-based decision making are being discussed (Altenrath et al., 2021; Jarke & Breiter, 2019; Mandinach & Abrams, 2022). For example, data from digital learning platforms provide teachers with information about their students' learning needs and can be used to derive actions for adaptive instruction to address their heterogeneous students (Jude et al., 2023; Schaumburg, 2021; Williamson, 2016). How teachers actually use digital data has not yet been sufficiently investigated. This is particularly the case in the German-speaking research context (Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Scheiter, 2021). Based on this, this cumulative dissertation examines how (primary school) teachers use data from digital learning platforms for their instructional design. For this purpose, the first sub-study involves a systematic review of the current state of international and national research. The second sub-study is designed as a questionnaire study and investigates the extent to which primary school teachers in Germany use data from digital learning platforms and which factors could predict their intention to use data as well as their actual use of data from digital learning platforms. Qualitative research methods are used in the third sub-study to gain insights into how primary school teachers design their use of data from digital learning platforms.

The following framework paper presents the theoretical background for all three articles, explains the conceptualization of the dissertation, summarizes the articles, and concludes by discussing them coherently in light of the overall research question. Finally, implications for educational research as well as teacher education and educational practice are derived based on the findings.

1. Einleitung

„Digitale Daten nehmen heute eine Schlüsselrolle in unserem Alltag ein. Große Datenmengen werden täglich und vielfach automatisch erhoben und verwaltet, visualisiert und interpretiert. Dies geschieht bei der Nutzung sozialer Medien, bei elektronischen Buchungen und Zahlungen, bei der Nutzung von Smartwatches oder bei der Prozessoptimierung in Organisationen.“ (Berntheisel et al., 2023, 8)

Digitale Daten sind allgegenwärtig und gelten als wertvollste Ressource des 21. Jahrhunderts (Jungeblut, 2022). Die zunehmenden Möglichkeiten zur Erfassung, Speicherung und Verarbeitung von großen Datenmengen bestimmen unser alltägliches gesellschaftliches Leben, was auch Einfluss auf die schulische Bildung nimmt (Altenrath et al., 2021; Grillenberger, 2019). Einerseits resultiert aus dieser Tatsache die Notwendigkeit, Schüler:innen darin zu schulen, kompetent mit Daten umzugehen, was durch die Vermittlung von Data Literacy erreicht werden soll (Berntheisel et al., 2023; Grillenberger, 2018). Andererseits eröffnet die Verfügbarkeit vielfältiger Daten Lehrkräften innovative Wege zur Unterrichtsgestaltung, die potenziell die Unterrichtsqualität erhöhen und die Schüler:innenleistungen verbessern können (Datnow & Hubbard, 2016; Lin et al., 2023; Mandinach & Jackson, 2012; Saar et al., 2022). Durch die Nutzung digitaler Medien – wie zum Beispiel digitaler Lernplattformen zum Üben – erhalten Lehrkräfte Zugriff auf zuvor nicht vorhandene Daten (Bez et al., 2023; Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Mandinach & Abrams, 2022). Die aus den Daten gewonnenen diagnostischen Informationen können insbesondere vor dem Hintergrund der Berücksichtigung einer heterogenen Schüler:innenschaft, welche unter anderem lernrelevante und soziodemographische Merkmale umfassen kann, für Lehrkräfte von Bedeutung für ihren Unterricht sein (Jungjohann et al., 2021; Schaumburg, 2021). Einen auf die Bedürfnisse aller Lernenden ausgerichteten Unterricht zu gestalten, kann für Lehrkräfte herausfordernd sein, ist aber durch die zunehmend heterogene Schüler:innenschaft – insbesondere in der Grundschule – und das inklusive Schulsystem unabdingbar (Dumont, 2018; Kruse & Dederich, 2017; Schaumburg, 2022b; Schmid et al., 2017; Van Schoors et al., 2021). Die Adressierung von Heterogenität im Sinne der Gestaltung eines adaptiven Unterrichts gilt mittlerweile als Bestandteil guten Unterrichts (Holmes et al., 2018). Mit den aus digitalen Daten gewonnenen Information über ihre Schüler:innen erhalten Lehrkräfte eine Grundlage zur Gestaltung eines adaptiven Unterrichts, sodass auch dem Anspruch einer evidenzbasierten Unterrichts- und Schulentwicklung *von Daten zu Taten* gerecht wird (Holmes et al., 2018; Jungjohann et al., 2021; Schratz et al., 2019). In diesem Zusammenhang gewinnt die datenbasierte Entscheidungsfindung, die unter dem Stichwort der Evidenzbasierung bereits seit einigen Jahren in Diskursen zur Optimierung von Bildung zu finden ist, mit der Verfügbarkeit von digitalen Daten zunehmend an Bedeutsamkeit (Altenrath et al., 2021; Breiter & Bock, 2023; Mandinach & Schildkamp, 2021; Schratz et al., 2019). Trotz der verfügbaren, vielfältigen Daten und des Potentials digitaler Daten

für die adaptive Unterrichtsgestaltung, stützen Lehrkräfte ihre Unterrichtsgestaltung oftmals noch auf ihre Intuition und ihre pädagogischen Erfahrungen (Prenger & Schildkamp, 2018; Saar et al., 2022). Dies gilt insbesondere für den deutschsprachigen Raum, in welchem die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen bisher noch wenig verbreitet scheint und beforscht wurde (u. a. Jude et al., 2020; Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Schaumburg, 2021; Scheiter, 2021). Deshalb widmet sich diese Dissertation der übergreifenden Forschungsfrage, wie (Grundschul-)Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen.

Ausgehend von dieser Forschungsfrage umfasst die kumulative Dissertation als ersten Artikel ein systematisches Review, das den aktuellen internationalen Forschungsstand zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen aufarbeitet und einen breiten Einblick in das Themenfeld ermöglicht. Der Fokus auf den nationalen Forschungskontext wird im zweiten Artikel mit einer Fragebogenstudie gelegt, welche die Ausprägung der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen in Deutschland darstellt und Faktoren untersucht, welche die Intention zur Nutzung sowie die tatsächliche Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte beeinflussen. Eine Teilstichprobe der Fragebogenstudie wird anschließend in einer Interview- und Einzelfallstudie vertiefend untersucht. Die qualitativ gewonnenen Erkenntnisse, welche die Gestaltung der Nutzung von digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte umfassen, werden im dritten Artikel der Dissertation ausgewertet und dargestellt. Mit dem vorliegenden Rahmenpapier wird eine theoretische Verortung für die drei Artikel der Dissertation sowie eine übergeordnete Diskussion der Forschungsfragen geschaffen. Dafür folgen zunächst im zweiten Kapitel eine Darstellung des theoretischen Hintergrundes und eine Ableitung des Forschungsdesiderats. Aufbauend darauf wird im dritten Kapitel die übergreifende Forschungsfrage herausgearbeitet. Ebenso wird im dritten Kapitel die Konzeption der Dissertation vorgestellt und das triangulative Vorgehen methodisch erläutert. Im vierten Kapitel werden die Artikel der Dissertation zusammengefasst, bevor sie anschließend im fünften Kapitel diskutiert werden. Die Diskussion stellt die Artikel in einen Zusammenhang, wobei die gewonnenen Erkenntnisse zur Beantwortung der übergreifenden Forschungsfrage in Bezug zum theoretischen Hintergrund gesetzt werden. Abschließend werden Stärken und Limitationen der Dissertation hervorgehoben und Implikationen für die Bildungsforschung sowie die Lehrkräftebildung und Bildungspraxis abgeleitet.

2. Theoretischer Hintergrund

Den Ausgangspunkt dieser Dissertation bilden Daten, die im Rahmen des schulischen Alltags entstehen und gleichzeitig zur Weiterentwicklung von Schule und Unterricht dienen können. Deshalb startet der theoretische Hintergrund mit einem Einblick in die datenbasierte Entscheidungsfindung im Schul- und

Unterrichtskontext (vgl. Kapitel 2.1). In diesem Kapitel werden grundlegende Begrifflichkeiten definiert, Gründe für die datenbasierte Entscheidungsfindung erörtert und Einflussfaktoren, welche die Nutzung von Daten im Allgemeinen durch Lehrkräfte beeinflussen, herausgestellt. Da das Wissen und die Fähigkeiten von Lehrkräften als ein entscheidender Einflussfaktor für die Umsetzung einer datenbasierten Entscheidungsfindung festgehalten werden kann, wird sich daran anschließend der Data Literacy von Lehrkräften gesondert gewidmet (vgl. Kapitel 2.2). Dabei werden Wissenskomponenten herausgearbeitet, welche für eine idealtypische unterrichtliche Nutzung von Daten von Bedeutung sind sowie ein Ausblick auf die Vermittlung von Data Literacy in der Lehrkräftebildung gegeben. Die zunehmende Relevanz von Daten durch die vorherrschende Digitalisierung wird im darauffolgenden Kapitel betrachtet (vgl. Kapitel 2.3), indem Grundbegriffe der Datafizierung definiert werden. Darauf aufbauend wird der Blick auf die Nutzung digitaler Medien zum Üben gerichtet, wobei digitale Lernplattformen im Fokus des Kapitels stehen (vgl. Kapitel 2.4). Ebenso wird betrachtet, wie die Nutzung digitaler Medien bisher ausgesprägt ist und was Lehrkräfte dazu veranlasst, diese zu nutzen oder auch nicht zu nutzen. Im Anschluss werden die Themen der datenbasierten Entscheidungsfindung und der Nutzung von digitalen Lernplattformen zusammengeführt, indem Potentiale und Grenzen für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen herausgestellt werden (vgl. Kapitel 2.5). Die aus dem theoretischen Hintergrund erwachsende Erkenntnis, dass bisher noch wenig über die genaue Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Lehrkräfte – insbesondere im deutschsprachigen Raum – bekannt ist, wird abschließend als Forschungsdesiderat festgehalten (vgl. Kapitel 2.6).

2.1 Datenbasierte Entscheidungsfindung im Schul- und Unterrichtskontext

Daten sind die Grundlage für die datenbasierte Entscheidungsfindung im Schul- und Unterrichtskontext. Verallgemeinernd werden diese als diskrete und objektive Fakten über Ereignisse definiert, die durch Beobachtung, Messung oder Zählung gewonnen werden (Davenport & Prusak, 1998; Jarke & Breiter, 2021). Als Fakten enthalten Daten noch keine Wertung und sind demnach per se erst einmal bedeutungslos (Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Mandinach, 2012). Sie gelten als „Abstraktionen der realen Welt“ (Schüller et al., 2019, 14) und stellen Beobachtbares dar (Williamson, 2016). Bezugnehmend auf die Bildungsforschung werden Daten als im Schul- und Unterrichtskontext generierte Informationen definiert, welche Aspekte von Schule erkennbar abbilden (Blumenthal et al., 2021; Ercan et al., 2021; Jarke & Breiter, 2021; Lai & Schildkamp, 2013). Auch wenn hier die Begriffe Daten und Information zu verschwimmen scheinen, können diese voneinander abgegrenzt werden, indem Informationen als bereits verarbeitete Daten verstanden werden. Daten werden dann zu Informationen, wenn sie analysiert, interpretiert und kontextualisiert werden, sodass ihnen eine Bedeutung zugeordnet werden kann.

Die Generierung von Daten erfolgt im Schulkontext auf verschiedenen Wegen, sodass von formellen und informellen Daten gesprochen wird (Schildkamp, 2019). *Formelle Daten* sind systematisch gesammelte Daten, wie beispielsweise Ergebnisse aus Schulleistungsstudien oder anderen Lernstandserhebungen. Zu *informellen Daten* zählen beispielsweise Beobachtungen im Unterricht oder Diskussionsergebnisse. Neben formellen und informellen Daten werden auch Erkenntnisse der Bildungsforschung und diverse digitale Daten (vgl. Kapitel 2.3) als Datenquellen im Schul- und Unterrichtskontext benannt. Des Weiteren werden vier verschiedene Arten von Daten unterschieden: (1) Input Data, (2) Output Data, (3) Process Data und (4) Context Data (Ikemoto & Marsh, 2007; Lai & Schildkamp, 2013). *Input Data* beinhalten die individuellen Voraussetzungen und Hintergründe der Schüler:innen, die in den Lernprozess eingebracht werden und *Output Data* die Ergebnisse der Lernprozesse. Wie die Lernwege der einzelnen Schüler:innen verlaufen, wird als *Process Data* erfasst. *Context Data* umfassen Rahmenbedingungen der gesamten Lehr-Lernsituation (Boschner & Blumenthal, 2022; Lai & Schildkamp, 2013). Die verschiedenen Arten von Daten können auf verschiedenen Ebenen der Schulpraxis verortet werden: der bildungspolitischen Ebene, der Schulebene, der Klassenebene sowie der Ebene der individuellen Schüler:innen (Blumenthal et al., 2021; Lai & Schildkamp, 2013; Mandinach & Schildkamp, 2021).

Auch wenn aus Daten Stärken und Schwächen von Schüler:innen offengelegt werden können, führt die Nutzung dieser noch nicht zwangsläufig zu einer Verbesserung des Lernens (Schildkamp & Kuiper, 2010). Um Daten nutzbar zu machen und aus ihnen weiterführende Informationen zu gewinnen, bedarf es einer prozesshaften Betrachtung der Datennutzung, wie sie sich in der Forschung zur datenbasierten Entscheidungsfindung zeigt (Lai & Schildkamp, 2013; Mandinach & Gummer, 2016; Marsh, 2012; Schildkamp, 2019). Der Begriff *datenbasierte Entscheidungsfindung* oder auch *datenbasierte Schul- und Unterrichtsentwicklung* geht auf den englischen Begriff *data-based decision making* zurück, welcher in der Regel synonym mit den Begriffen *data-driven decision making*, *data-informed decision making* und *data use* verwendet wird (Bez et al., 2023). In Prozessmodellen wird die datenbasierte Entscheidungsfindung als „zyklische[r] und iterative[r] Prozess, in dem verschiedene Schritte sequenziell durchlaufen werden“ (Bez et al., 2023, 343) definiert (vgl. Kapitel 2.2). Neben den zumeist genutzten Prozessmodellen kann die datenbasierte Entscheidungsfindung auch in einem Wirkmodell betrachtet werden (u. a. Visscher & Coe, 2003), wobei diese im Rahmen dieser Dissertation nicht weiter betrachtet werden. Der Prozess der datenbasierten Entscheidungsfindung umfasst die systematische Generierung, Analyse und Interpretation von Daten, welche dann als Grundlage für Bildungsentscheidungen genutzt werden (Hamilton et al., 2009; Mandinach & Gummer, 2016). Der verstärkte Fokus auf die datenbasierte Entscheidungsfindung hat seinen Ursprung in den USA: Insbesondere durch die flächendeckend eingeführten Schulleistungstest im Rahmen des ‚No Child Left Behind‘ Programms wurden die Daten von

Schüler:innen fokussiert (Jarke & Breiter, 2021). Ausgehend von den Leistungsdaten der Schüler:innen wird der Erfolg und Fortschritt einer Schule bemessen, woraus sich bei schlechten Leistungen Schulschließungen und bei guten Leistungen Prämien ableiten (Jarke & Breiter, 2021; Jungeblut, 2022). Mit den PISA-Studien rückten auch in Europa flächendeckende Schulleistungsstudien in den Fokus der Bildungspraxis und -forschung (Jungeblut, 2022).

Die zuvor skizzierte Nutzung von Daten lässt sich einem der drei Zwecke von datengestützter Entscheidungsfindung, der Rechenschaftspflicht, zuordnen (Breiter & Light, 2006; Hebbecke et al., 2022; Schildkamp et al., 2017). Unter dem Zweck der *Rechenschaftspflicht* wird gefasst, dass Lehrkräfte, Schulleitungen oder weiteres schulisches Personal Daten zur Berichterstattung gegenüber anderen Akteur:innen nutzen. Dies kann zum einen beinhalten, dass Lehrkräfte sich gegenüber Eltern bzgl. der Leistungen ihrer Kinder verantworten. Zum anderen können hierbei aber auch Berichte von Schulleitungen an die Schulaufsichtsbehörden gemeint sein, wie es sich in dem obigen Beispiel aus den USA zeigt. Dabei wird meist die Erfüllung von vorgegebenen Standards in den Blick genommen (Schildkamp et al., 2017). Neben der Rechenschaftspflicht gelten die Schulentwicklung und Unterrichtsgestaltung als zwei weitere Zwecke der Nutzung von Daten (Schildkamp et al., 2017). Wenn Daten zur *Schulentwicklung* genutzt werden, ist die Weiterentwicklung der Schule als gesamte Institution das angestrebte Ziel (Altenrath et al., 2021; Schildkamp et al., 2017). Beispielsweise können Daten auf Problemstellen im schuleigenen Lehrplan hinweisen, sodass dieser überarbeitet wird, oder auf fehlendes Professionswissen von Lehrkräften, sodass Fortbildungsmaßnahmen ergriffen werden. Lehrkräfte können Daten ebenso auf der Unterrichtsebene nutzen, um ihre eigene *Unterrichtsgestaltung* zu verbessern. Dabei geht es darum, die nächsten Unterrichtsschritte ausgehend von Daten zu planen, beispielsweise zu entscheiden, ob bestimmte Themen wiederholt unterrichtet werden oder ein neues Thema begonnen werden kann (Boesdorfer et al., 2022). Mit den aus den Daten gewonnenen Informationen über die Lernstände und -bedürfnisse ihrer Schüler:innen können Lehrkräfte auch individualisierte und differenzierte Lernprozesse anleiten. Grundsätzlich soll mit dem Zweck zur Nutzung von Daten zur Unterrichtsgestaltung bewirkt werden, dass die Unterrichtsqualität ansteigt und sich dadurch die Leistung der Lernenden verbessert (Altenrath et al., 2021; Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Schildkamp et al., 2017). Daten zur Unterrichtsgestaltung zu verwenden, wird als der relevanteste der drei Zwecke angesehen (Boschner & Blumenthal, 2022; Staman et al., 2014). Die Forschung und Praxis der datenbasierten Entscheidungsfindung gewinnt durch Ideen zur Optimierung der Unterrichtsgestaltung in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Beispielsweise ist hier auf Veränderungen in der Leistungsbeurteilung, weg von summativen hin zu formativen Assessments hinzuweisen (Mandinach & Jackson, 2012; Pukrop & Breiter, 2018). Formative Assessments unterstützen die datenbasierte

Entscheidungsfindung dahingehend, dass sie zum Ziel haben, eine Verbesserung des Lehrens und Lernens durch Informationen zu bewirken, die aus einer lernbegleitenden, fortlaufenden Beurteilung der Leistung von Schüler:innen gewonnenen werden (Schütze et al., 2018). Dafür wird zunächst der Lernstand erfasst, darauf aufbauend ein Lernziel festgelegt und anschließend werden Schritte zum Erreichen des Lernzieles festgelegt (Schütze et al., 2018). Mehrere Meta-Analysen belegen den positiven Einfluss von formativen Assessments auf die Leistung von Schüler:innen (u. a. Black & William, 1998; Kingston & Nash, 2011). Auch wenn formatives Assessment dem Gedanken der datenbasierten Entscheidungsfindung entspricht, stellen Assessmentdaten nur einen Teilaspekt der datenbasierten Entscheidungsfindung dar (Mandinach & Gummer, 2016).

Die Effektivität der datenbasierten Entscheidungsfindung hängt von multiplen Faktoren ab, welche beeinflussen, ob und wie Lehrkräfte datengestützte Entscheidungen treffen (Ercan et al., 2021; Keuning et al., 2017; Mandinach & Schildkamp, 2021). Gerade da Lehrkräfte trotz zunehmender Verfügbarkeit von Daten ihre Entscheidungen im Schul- und Unterrichtsgeschehen weiterhin überwiegend auf Basis ihrer Erfahrungen und Intuition treffen (Prenger & Schildkamp, 2018; Saar et al., 2022), ist eine Betrachtung von Einflussfaktoren für die Datennutzung von Relevanz. Schildkamp et al. (2017) stellen in einem Modell Einflussfaktoren für die Nutzung von Daten dar, welche für alle drei oben genannten Zwecke der Datennutzung (Rechenschaftspflicht, Schulentwicklung, Unterrichtsgestaltung) von Bedeutung sind. Zu den Einflussfaktoren zählen Aspekte der Schulorganisation, der Daten sowie der Nutzer:in. Als *schulorganisatorisch* gelten Leitlinien der Schule, die Schulleitung, das Unterstützungsangebot sowie die gelebte Kollaboration als potentielle Einflussfaktoren (Ikemoto & Marsh, 2007; Mandinach, 2012; Schildkamp et al., 2017). Unter dem Einflussfaktor Leitlinien der Schule wird beispielsweise umfasst, welches Verständnis von guter Lehre und gutem Lernen an der Schule vorherrscht oder ob ein Konzept zum Umgang mit Daten existiert. Über die Leitlinien hinaus kann auch die Schulleitung als Person einen Einflussfaktor darstellen, indem sie zum Beispiel als Vorbild dient oder indem sie die Lehrkräfte mit angebotenen Fortbildungen unterstützt. Die Schulleitung hat sowohl Einfluss auf die Schulorganisation als Ganzes als auch auf die Voraussetzungen der einzelnen Lehrkräfte (Altenrath et al., 2021; Ercan et al., 2021; Hoogland et al., 2016; Keuning et al., 2017). Neben der Unterstützung der Schulleitung kann auch von Relevanz sein, ob Lehrkräfte bei der Nutzung von Daten von Datenexpert:innen Unterstützung erhalten oder ob Lehrkräften zeitliche Ressourcen beispielsweise in Form von Entlastungsstunden gewährt werden. Unter dem Aspekt der Kollaboration wird sowohl die Zusammenarbeit mit Kolleg:innen hinsichtlich der Datennutzung (Data Teams; Bolhuis et al., 2016; Keuning et al., 2017; Schildkamp & Kuiper, 2010) als auch mit Eltern oder anderen beteiligten Akteur:innen gefasst. Hinsichtlich des Einflusses der *Daten* selbst auf die Nutzung werden die Zugänglichkeit zu Daten, die

Benutzungsfreundlichkeit und die Datenqualität in den Blick genommen (Demski & Racherbäumer, 2017; Hoogland et al., 2016; Schildkamp et al., 2017). Daten sollten den Nutzer:innen zeitnah und gut zugänglich zur Verfügung gestellt werden, benutzungsfreundlich aufbereitet und zugleich inhaltlich aussagekräftig und brauchbar sein. Im Modell von Schildkamp et al. (2017) sind Lehrkräfte die *Nutzer:innen* von Daten im Schul- und Unterrichtskontext. Im Genaueren wird mit diesem Aspekt der Einfluss der Lehrkraft auf ihre Nutzung von Daten betrachtet. Dabei können zum einen das Wissen und die Fähigkeiten einer Lehrkraft von Bedeutung sein, zum anderen aber auch ihre (positive) Einstellung bezüglich der Nutzung von Daten (Bez et al., 2023; Blumenthal et al., 2021; Hoogland et al., 2016; Keuning et al., 2017; Schildkamp et al., 2017). Die Lehrkraft, als maßgeblich auf die Nutzung von Daten einflussnehmend, wird auch mit der in der Psychologie und Bildungswissenschaft etablierten *Theorie des geplanten Verhaltens* (Ajzen, 1991) in den Blick genommen (u. a. Pierce et al., 2013; Prenger & Schildkamp, 2018; Ruble et al., 2018; Schelling & Rubenstein, 2021). Die Theorie des geplanten Verhaltens ermöglicht es, intendierte und tatsächliche Verhaltensweisen durch die Prädiktoren Einstellung, Selbstwirksamkeit und subjektive Norm vorherzusagen (Ajzen, 1991). Ebenso kann die Intention als Prädiktor für das tatsächlich gezeigte Verhalten fungieren. Der Prädiktor Einstellung umfasst, wie stark die positive oder negative Bewertung eines Verhaltens von einer Person eingeschätzt wird. Unter dem Prädiktor Selbstwirksamkeit – auch als wahrgenommene Verhaltenskontrolle benannt – wird betrachtet, wie sehr sich eine Person selbst fähig fühlt, das Verhalten auszuführen. Der wahrgenommene soziale Druck, das Verhalten ausführen zu müssen, wird als Prädiktor subjektive Norm definiert (Ajzen, 1991). Prenger und Schildkamp (2018) wendeten die Theorie des geplanten Verhaltens auf die Nutzung von Daten zur Unterrichtsgestaltung an und konnten einen Einfluss der Einstellung von Lehrkräften gegenüber Daten auf ihre Intention zur Nutzung sowie auf ihre tatsächliche Nutzung feststellen. Darüber hinaus erwiesen sich die Selbstwirksamkeit von Lehrkräften bezüglich der Datennutzung ebenso wie die Intention zur Nutzung als Prädiktoren der tatsächlichen Nutzung. Auch unabhängig von der Theorie des geplanten Verhaltens stellen Datnow und Hubbard (2016) in einem systematischen Review den Einfluss von Selbstwirksamkeit auf die Datennutzung heraus: In den Studien zeigt sich, dass wenn Lehrkräfte sich nicht kompetent genug fühlen, Daten zu verstehen und weiterführend zu nutzen, sie eher von einer Nutzung absehen. Auch Boesdorfer et al. (2022) nehmen fehlendes Wissen als Hinderungsgrund für eine effektive Datennutzung an. Das hier angesprochene Wissen zur Nutzung von Daten bezieht sich nicht nur, aber in großen Teilen auf die Data Literacy von Lehrkräften (Bez et al., 2023), sodass diese im nachfolgenden Kapitel nähere Betrachtung erhält.

2.2 Data Literacy als Grundlage für datenbasierte Entscheidungsfindung

In der heutigen Lebens- und Arbeitswelt, in der „Daten als wertvolle, mitunter die wertvollste Ressource gelten und Entscheidungen zunehmend auf der Grundlage von Daten getroffen werden“ (Schüller et al., 2019, 10), gewinnt Data Literacy immer mehr an Relevanz und gilt als eine der Schlüsselkompetenzen des 21. Jahrhunderts (Berntheisel et al., 2023; Macgilchrist et al., 2023; Schüller et al., 2019). Ziel der Vermittlung von Data Literacy ist es, die Gesellschaft zu einem kritischen und kompetenten Umgang mit Daten zu befähigen. Data Literacy wird definiert als „die Fähigkeit, planvoll mit Daten umzugehen und sie im jeweiligen Kontext bewusst einsetzen und hinterfragen zu können“ (Schüller & Busch, 2019, 11). Für den planvollen Umgang mit Daten werden Fähigkeiten zum Sammeln, Verwalten, Analysieren und Interpretieren verschiedener Datenarten benötigt (Ridsdale et al., 2015). Data Literacy zeigt Überschneidungen mit Kompetenzen wie Digital Literacy, Information Literacy oder Media Literacy (Grillenberger, 2018; Ridsdale et al., 2015). Neben der übergeordneten gesellschaftlichen Bedeutung von Data Literacy wird diese Kompetenz auch in der Bildungsforschung verstärkt betrachtet, was mit der zunehmenden Bedeutung der datenbasierten Entscheidungsfindung im Schul- und Unterrichtskontext einhergeht (vgl. Kapitel 2.1; Macgilchrist et al., 2023). Lehrkräfte müssen jedoch nicht nur über Data Literacy verfügen, um selbst Daten nutzen zu können, sondern auch, um diese an Schüler:innen vermitteln zu können, damit Lernende sich in einer von Daten geprägten Umwelt zurechtfinden können (Berntheisel et al., 2023; Grillenberger, 2018). Die Data Literacy von Schüler:innen wird in dieser Dissertation jedoch nicht weiter betrachtet, da der Umgang von Lehrkräften mit lernprozessbezogenen Daten im Fokus steht. Interessierte Leser:innen können zur Data Literacy von Schüler:innen unter anderem bei Grillenberger (2018) und Wolff et al. (2016) diesbezügliche Informationen finden.

Für den Schul- und Unterrichtskontext hat sich eine domänenspezifische Definition von Data Literacy für Lehrkräfte etabliert (Mandinach & Gummer, 2016; siehe auch Beck et al., 2019; Bez et al., 2023; Cui & Zhang, 2022; Merk et al., 2020; Michos et al., 2023; Sampson et al., 2022). Mandinach und Gummer (2016) definieren *Data Literacy for Teaching* als

„ability to transform information into actionable instructional knowledge and practices by collecting, analyzing, and interpreting all types of data (assessment, school climate, behavioral, snapshot, longitudinal, moment-to-moment, etc.) to help determine instructional steps. It combines an understanding of data with standards, disciplinary knowledge and practices, curricular knowledge, pedagogical content knowledge, and an understanding of how children learn“ (Mandinach & Gummer, 2016, 367).

Wie auch bei der allgemeinen Definition von Data Literacy sind hier Fähigkeiten zum Sammeln, Analysieren und Interpretieren verschiedenster Datenarten ein zentraler Bestandteil der

bildungsspezifischen Definition von Data Literacy. Ferner betonen Mandinach und Gummer (2016) das Ziel der Datennutzung, welches darin besteht, Informationen aus Daten für die Unterrichtsgestaltung nutzbar zu machen (vgl. Kapitel 2.1). Für eine vertiefende Betrachtung des für die datenbasierte Entscheidungsfindung benötigten Wissens und der Fähigkeiten haben Mandinach und Gummer (2016) ergänzend zur Definition von *Data Literacy for Teaching* einen Bezugsrahmen aufgestellt. Dieser Rahmen unterstreicht die effektive Nutzung von Daten durch Lehrkräfte, indem Data Literacy im Kontext mit anderen relevanten Aspekten der Lehr-Lernprozesse gesehen wird. Deshalb wird einerseits Bezug zu Kompetenzen für die Umsetzung guten Unterrichts genommen (Professionswissen; Shulman, 1987): Fachwissen, fachdidaktisches Wissen, pädagogisches Wissen, Wissen über den Lehrplan, Wissen über die Lernenden und ihre Bedürfnisse, Wissen über den Bildungskontext sowie Wissen über Bildungsziele, Absichten und Werte. Andererseits beinhaltet der Bezugsrahmen auch grundlegende Data Literacy, die bei der Nutzung von Daten essentiell ist. Die Data Literacy von Lehrkräften gewinnt zunehmend an Bedeutung, sodass sie als Aspekt professionellen Lehrkräftehandelns angesehen werden kann (Cui & Zhang, 2022). Die für die datenbasierte Entscheidungsfindung benötigte Data Literacy wird in fünf Schritte unterteilt, denen spezifisches Wissen und Fähigkeiten zugeordnet werden: (1) Problemidentifikation, (2) Datennutzung, (3) Daten in Informationen umwandeln, (4) Informationen in Entscheidungen umwandeln, (5) Entscheidungsevaluation (vgl. Abbildung 1; Mandinach & Gummer, 2016).

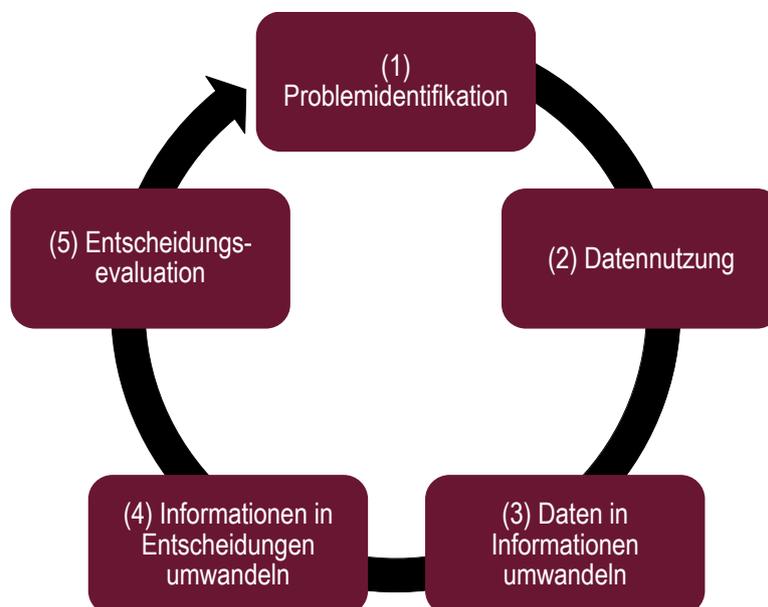


Abbildung 1: Schritte einer idealtypischen unterrichtlichen Datennutzung

Anfänglich gilt es für Lehrkräfte (1) ein Problem zu identifizieren und davon ausgehend Fragen zu formulieren, die es mit den Daten zu beantworten gilt. Daraufhin müssen (2) Daten gesammelt und aufbereitet werden, wofür eine Lehrkraft beispielsweise auch wissen muss, welche Datenquellen sie

nutzen kann, wie die Qualität der Daten zu bewerten ist und wie die Daten zu verwalten sind. Um den Bedeutungsgehalt der Daten zu extrahieren, müssen (3) die Daten in Informationen umgewandelt, das heißt interpretiert werden. Dabei gilt es, die Daten auch in Bezug zum sonstigen Unterrichts- und Schulkontext zu setzen. Anschließend werden im idealtypischen Verlauf (4) aus den gewonnenen Informationen Maßnahmen abgeleitet und umgesetzt, bevor (5) die Wirkung der Maßnahmen vor dem Hintergrund der Ausgangsproblematik evaluiert wird. Je nach Ergebnis der Evaluation ist ein erneutes Durchlaufen der Schritte zu erwägen, sodass die Datennutzung als zirkulär verlaufender Prozess gesehen werden kann (vgl. Kapitel 2.1). Die Unterteilung von *Data Literacy for Teaching* in Teilschritte findet sich auch in anderen Studien zu Data Literacy sowie datenbasierter Entscheidungsfindung wieder (u. a. Kippers, Poortman, et al., 2018; Lai & Schildkamp, 2013; Wolff et al., 2016). Die Teilschritte unterscheiden sich voneinander, sodass zum Beispiel der letzte Schritt, die Evaluierung der Maßnahmen, partiell unberücksichtigt bleibt. (u. a. Kippers, Wolterinck, et al., 2018; Lai & Schildkamp, 2013). Bislang wurde der Gesamtprozess der Datennutzung wenig beforscht (Bez et al., 2020; Hebbecke et al., 2022; Merk et al., 2020). Erste Erkenntnisse deuten darauf hin, dass Lehrkräfte noch Schwierigkeiten mit der Analyse und Interpretation der Daten haben sowie, dass ihnen die Ableitung instruktorischer Maßnahmen schwerfällt (Eysink & Schildkamp, 2021; Hebbecke et al., 2022; Keuning et al., 2017; Kippers, Wolterinck, et al., 2018; Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Lin et al., 2023; Mandinach & Schildkamp, 2021; Marsh, 2012). Gerade die Umwandlung von Daten in Informationen sowie die Umwandlung von Informationen in Entscheidungen werden aber als besonders relevante Aspekte der *Data Literacy for Teaching* angesehen (Mandinach & Abrams, 2022).

Das von Mandinach und Gummer (2016) als für Data Literacy bedeutsam herausgestellte Professionswissen von Lehrkräften wird auch in anderen Studien als elementar bewertet. In einem systematischen Review von Altenrath et al. (2021) wird der positive Einfluss einer professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften auf die datenbasierte Entscheidungsfindung herausgestellt. Die Notwendigkeit einer Förderung des Professionswissens von Lehrkräften, welches gleichermaßen für Data Literacy angenommen werden kann, steht damit im Rahmen aller Phasen der Lehrkräftebildung im Fokus. Der Grundstein für den Erwerb von Data Literacy muss theoretischen und empirischen Erkenntnissen folgend, bereits in der hochschulischen Ausbildung von Lehrkräften gelegt werden (Bez et al., 2023; Blumenthal et al., 2021; Mandinach & Gummer, 2016; Merk et al., 2020; Schüller et al., 2019), um sie schließlich auch in der Berufspraxis anzuwenden (Mandinach & Gummer, 2013). Unterstützung sollen Lehrkräfte dabei durch Fortbildungen erfahren, die theoretischen Input und Praxis miteinander verzahnen. Lehrkräfte können zum Beispiel durch reflektierte praktische Interventionen in ihrer Data Literacy gestärkt werden (Keuning et al., 2017).

2.3 Datafizierung durch Digitalisierung

Die datenbasierte Entscheidungsfindung stellt keine neue Errungenschaft in Schule und Unterricht dar (Becker et al., 2021; Pukrop & Breiter, 2018). Beispielsweise kann hierbei auf die lange Tradition der datengestützten Leistungsbeurteilung in Form von Noten oder auf die Planung von Schulentwicklungsmaßnahmen auf Grundlage von Leistungsdaten verwiesen werden. Durch die Digitalisierung der letzten Jahre hat sich jedoch die Quantität und Qualität von Daten insofern verändert, dass sie nunmehr einen erheblichen Einfluss auf gesellschaftliche, aber auch Bildungsentscheidungen nehmen (Altenrath et al., 2021; Jarke & Breiter, 2019; Merk et al., 2020; Williamson, 2016). Digitale Daten werden nun in einem größeren Umfang, oftmals beiläufig und in Echtzeit erzeugt, gesammelt und verarbeitet. Dies führt zu einer sogenannten *Datafizierung* im Bildungskontext – einem Phänomen, das auch in der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung zu beobachten ist (Breiter & Bock, 2023; Hartong & Nikolai, 2021; Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Schüller et al., 2019). Im allgemeinen Diskurs wird das kontinuierliche Erzeugen umfangreicher Datenmengen und die Echtzeitanalyse dieser auch unter dem Begriff *Big Data* subsumiert (Eynon, 2013; Williamson, 2016). Hierbei bezeichnet Big Data nicht große Daten an sich, sondern die Möglichkeit große Datenmengen zu bearbeiten (boyd & Crawford, 2012). Big Data erschafft neues Wissen und verändert bestehendes, was wiederum unser Verständnis von menschlichen Netzwerken und Denkprozessen prägt (boyd & Crawford, 2012; Jungeblut, 2022). Obgleich im schulischen Kontext noch nicht zwingend von Big Data gesprochen werden kann, finden sich Entwicklungen der Datafizierung dennoch sowohl in Schul- und Bildungsverwaltung als auch in Lehr- und Lernprozessen wieder (Breiter & Bock, 2023). Digitale Daten und ihre zugrundeliegenden Technologien prägen nicht nur die derzeitige, sondern auch die zukünftige Bildungslandschaft, was manche Autor:innen als eine Bildungsrevolution bezeichnen (Hill & Barber, 2014; siehe auch Breiter & Bock, 2023; Williamson, 2016). Dabei wird angenommen, dass digitale Daten nicht ausschließlich Entscheidungen im Sinne einer datenbasierten Entscheidungsfindung unterstützen, sondern auch maßgebliche Änderungen in der Art und Weise des Lehrens und Lernens verursachen. Hieraus entwickelt sich ein neues Verständnis von *guter Bildung* (Breiter & Bock, 2023; Jarke & Breiter, 2019; Scheiter, 2021). Der Einfluss von digitalen Daten auf das Bildungswesen wird genauer unter dem Stichwort *Learning Analytics* betrachtet und beforscht (zum Teil auch als Educational Data Mining bezeichnet; Ifenthaler & Drachsler, 2020; Siemens, 2013; Williamson, 2016). „Learning analytics is the measurement, collection, analysis, and reporting of data about learners and their contexts, for the purposes of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs“ (Siemens, 2013, 382). Durch Learning Analytics wird das Lernverhalten der Schüler:innen sichtbar gemacht (Berger & Moser, 2020; Krein & Schiefner-Rohs, 2021). Statt wie bisher im Nachhinein werden nun digitale Datenspuren von Schüler:innen in Echtzeit zur Verfügung

gestellt, aus denen automatisierte Vorhersagen über zukünftige Lernleistungen oder aber weitere Instruktionen zum Lernen abgeleitet werden können (Ifenthaler & Drachler, 2020; Jungeblut, 2022; Siemens, 2013; Williamson, 2016). Bei der Betrachtung von Learning Analytics werden ferner die Aspekte Techniken und Anwendungen unterschieden. Unter dem Aspekt Techniken werden die zugrundeliegenden Algorithmen und Systeme betrachtet. Bei den Techniken von Learning Analytics ist vor allem auf Maschinelles Lernen sowie Künstliche Intelligenz zu verweisen (Jarke & Breiter, 2021; Siemens, 2013). Die Funktionsweise der Techniken steht nicht im Fokus dieser Dissertation, sodass nicht weiter darauf eingegangen wird. Interessierte Leser:innen können hierzu beispielsweise bei Greller und Drachler (2012), Ifenthaler und Widanapathirana (2014) oder Siemens (2013) weitere Informationen finden. Der Aspekt Anwendungen fokussiert, wie die Techniken eingesetzt werden, um eine Verbesserung des Lehrens und Lernens erzielen zu können. Demnach wird hier die pädagogische Perspektive einbezogen (Siemens, 2013). Für Learning Analytics wird als grundlegend angesehen, dass qualitativ hochwertige Daten zur Verfügung stehen, was sich beispielsweise darin widerspiegelt, dass die Daten in authentischen Lernsituationen erhoben werden und die Komplexität des Lernprozesses reflektieren (Siemens, 2013). Welche Möglichkeiten sich aus den zur Verfügung stehenden digitalen Daten ergeben, wird genauer in den nachfolgenden Kapiteln betrachtet.

2.4 Nutzung digitaler Medien zum Üben im Unterricht

Ogleich sich die Bildungsforschung, -politik und -praxis bereits seit Jahrzehnten intensiv mit digitalem Lehren und Lernen beschäftigt, hat die Digitalisierung in Schule und Unterricht in den letzten Jahren nochmals an Relevanz gewonnen (Gerick & Eickelmann, 2022; Scheiter, 2021). Mit Maßnahmen wie der Strategie *Bildung in der digitalen Welt* hat die Kultusministerkonferenz einen verbindlichen Ausgangspunkt für die Arbeit mit digitalen Medien in der Schule geschaffen (KMK, 2016). Da ein Kernziel schulischer Bildung in der Vorbereitung der Schüler:innen auf ihre Teilhabe am gesellschaftlichen Leben besteht, ist inzwischen auch der Umgang mit digitalen Medien unabdingbar geworden. So gelten digitale Kompetenzen genau wie Data Literacy (vgl. Kapitel 2.2) als Schlüsselkompetenzen des 21. Jahrhunderts (Lorenz, 2018; Scheiter, 2021). Auch bereits für die Grundschule wird ein Bedarf an Bildung mit und über digitale Medien postuliert, da die Digitalisierung in der Gesellschaft alle Altersstufen betrifft (KMK, 2016). Für die Schule relevante digitale Medien umfassen sowohl Hard- als auch Software. Dabei bezeichnet der Begriff Hardware technische Geräte, die Computertechnologien beinhalten, wohingegen Software die auf den Geräten ausführbaren Programme meint (Petko, 2014). Mit dem Einsatz digitaler Medien wird das Ziel verfolgt, Schüler:innen zur Nutzung digitaler Medien zu befähigen (digitale Kompetenzen auszubilden), aber auch das Lehren und Lernen neu zu gestalten (KMK, 2016). Ein grundlegendes Prinzip

für die Verwendung digitaler Medien im Unterricht ist das Postulat *Pädagogik vor Technik*, welches besagt, dass didaktische Überlegungen die Auswahl digitaler Medien determinieren sollen (u. a. Gerick & Eickelmann, 2022; Holmes et al., 2018; KMK, 2016; Petko, 2014; Zierer, 2017). Digitale Medien sollen von Lehrkräften nicht zum Selbstzweck eingesetzt werden, sondern nur dann, wenn sie aus fachwissenschaftlichen, fachdidaktischen oder pädagogischen Gründen als sinnvoll angesehen werden können und bestenfalls einen Mehrwert für das Lehren und Lernen bieten, das heißt die Unterrichtsqualität verbessern (Drossel et al., 2019; Petko, 2014). Grundsätzlich lassen sich digitale Medien in den Unterricht zu ganz verschiedenen Zwecken einbinden: als Informations- und Präsentationsmittel, als Werkzeug und Arbeitsmittel, zur Gestaltung von Lernaufgaben, zur Prüfung und Beurteilung, zur Lernberatung und Kommunikation (Petko, 2014). Digitale Medien werden in Deutschland bisher am häufigsten als Informations- und Präsentationsmittel im Frontalunterricht genutzt (Eickelmann et al., 2019). Im Rahmen dieser Dissertation ist vor allem der Zweck zur Gestaltung von Lernaufgaben, aber auch zur Lernberatung von weiterem Interesse. Mit digitalen Medien wie digitalen Lernplattformen können neue Inhalte erarbeitet oder bereits erarbeitete Inhalte geübt werden (Petko, 2014). Üben gilt als ein Bestandteil des Lernprozesses. Beim Üben wird erlerntes Wissen wiederholt automatisiert und gefestigt, sodass Fähigkeiten und Fertigkeiten aufgebaut werden (Brinkmann, 2012; Mayer & Jornitz, 2022). Zu den Kernelementen des Übens zählt einerseits der repetitive Charakter und andererseits die Überwindung des Nicht-Könnens hin zum Können oder auch besseren Könnens (Brinkmann, 2012; Mayer & Jornitz, 2022). Lernende treten beim digital-gestützten Üben in eine Interaktion mit dem digitalen Medium: Übungsaufgaben werden bereitgestellt, Schüler:innen bearbeiten diese, erhalten direktes Feedback und in manchen Fällen spezifische, für sie passende Übungsaufgaben zur Weiterarbeit (Heinen & Kerres, 2015; Hillmayr et al., 2020; Mayer & Jornitz, 2022; Petko, 2014; Scheiter, 2021). Demnach bietet das digitale Üben insbesondere Vorteile hinsichtlich der individuellen Förderung von Lernenden (Brägger & Koch, 2022; Gerick & Eickelmann, 2022; Heinen & Kerres, 2015; Holmes et al., 2018; KMK, 2016; KMK, 2021; Schaumburg, 2021).

Interaktive digitale Medien zum Üben werden häufig unter dem Begriff *Lernsoftware* oder *digitale Lernplattformen* betrachtet, worunter wiederum weitere Unterteilungen in zum Beispiel Drill-and-Practice-Programme oder (intelligente) tutorielle Systeme zu finden sind (Baumgartner & Payr, 1999; Petko, 2014; Schaumburg, 2022a). Digitale Lernplattformen werden bei Baumgartner und Payr (1999) vierfach unterschieden. Neben Drill-and-Practice-Programmen und intelligenten tutoriellen Systemen wird auch auf Simulationen und Lernspiele verwiesen. Jedoch sind Simulationen und Lernspiele mehr auf das explorative und selbstbestimmte Lernen ausgelegt (Schaumburg, 2022b), welches nicht im Fokus dieser Dissertation steht, sodass diese Formen der digitalen Lernplattformen nicht näher betrachtet werden.

Nach einer folgenden kurzen Betrachtung spezifischer Formen von digitalen Lernplattformen werden digitale Lernplattformen abschließend zusammenfassend für den Kontext dieser Dissertation definiert.

Bei *Drill-and-Practice-Programmen* erhalten Lernende eine Vielzahl von Übungsaufgaben zu zuvor erarbeiteten Lerninhalten, für welche sie nach der Bearbeitung ein Feedback erhalten, das aussagt, ob die Aufgabe richtig oder falsch gelöst wurde (knowledge of result; Hattie & Timperley, 2007; Hillmayr et al., 2020; Petko, 2014). Drill-and-Practice Programme bieten die Möglichkeit, im eigenen Tempo zu üben, das heißt Aufgaben so häufig wie nötig zu wiederholen (Hillmayr et al., 2020). Dadurch weisen sie aber auch eine repetitive Interaktivität auf, was teils als Nachteil benannt wird (Petko, 2014).

Mit (*intelligenten*) *tutoriellen Systemen* kann neues Wissen generiert und dieses anschließend eingeübt werden (Hillmayr et al., 2020). Tutorielle Systeme zeichnen sich durch einen höheren Grad an Interaktivität aus, indem nicht zwingend für alle Lernenden dieselben Aufgaben gestellt werden und Lernende beim Lösen der Übungsaufgaben stärker begleitet werden (Holmes et al., 2018; Petko, 2014). Das dabei gestellte Feedback, das Informationen zu den getätigten Fehlern beinhaltet sowie Hilfestellungen zur weiteren Bearbeitung von Übungsaufgaben umfasst, kann als elaboriert eingeordnet werden (Faber & Visscher, 2018). Als intelligent werden tutorielle Systeme bezeichnet, wenn sie adaptiv vorgehen, das heißt auf Basis bisheriger Lernergebnisse der Schüler:innen individualisiertes Feedback geben und den weiteren Lernweg – zum Beispiel die Aufgabenschwierigkeit oder die Inhalte – anpassen (Böhme et al., 2020; Brägger & Koch, 2022; Hillmayr et al., 2020; Reinhold et al., 2020; Schaumburg, 2022a). Neben adaptiven Lernplattformen existieren auch adaptierbare Lernplattformen, die es Lehrenden und Lernenden selbst ermöglichen, Anpassungen an der digitalen Lernumgebung vorzunehmen, sodass weniger Steuerung von der Lernplattform ausgeht (Brägger & Koch, 2022; Schaumburg, 2022b). Adaptierbare Lernplattformen sind bislang in Schulen weitaus mehr vertreten als adaptive Lernplattformen. Gerade für den deutschsprachigen Raum ist die Verfügbarkeit und Nutzung intelligenter tutorieller Systeme noch nicht ausgeprägt (Schaumburg, 2022b). Generell werden aber sowohl adaptierbare als auch adaptive Lernplattformen in Deutschland noch wenig zur individuellen Förderung eingesetzt (Schaumburg, 2022a).

Auch *Lernmanagementsysteme* werden zum Teil als digitale Lernplattform eingeordnet (Brägger & Koch, 2022; De Florio-Hansen, 2020; Petko, 2010; Schaumburg, 2022b). Lernmanagementsysteme fokussieren die Steuerung gesamter Lehr-Lern-Prozesse und können neben Plan- und Kommunikationswerkzeugen und Lerninhalten ebenso Aufgaben zum Üben und die Funktion des Feedbacks enthalten (Daniela & Rüdolfa, 2019; Holmes et al., 2018; Petko, 2010). Im Gegensatz zu intelligenten tutoriellen Systemen oder Drill-and-Practice-Programmen werden die Übungen in Lernmanagementsystemen oftmals von

Lehrkräften selbst entwickelt und eingestellt (Daniela & Rüdolfa, 2019; De Florio-Hansen, 2020). Im Rahmen dieser Dissertation ist weniger von Relevanz, um was für eine Art digitaler Lernplattform es sich handelt, sondern vielmehr, dass bestimmte Funktionen enthalten sind. Davon ausgehend können digitale Lernplattformen abschließend wie folgt definiert werden:

Digitale Lernplattformen bieten für Lernende eine Vielzahl von Aufgaben zum Üben und geben ihnen während des Übens Feedback zu ihrer Lernleistung und ihrem Lernfortschritt. Auch Lehrende erhalten lernprozessbezogene Daten über das Üben ihrer Schüler:innen in einer Lehrkräfteansicht der digitalen Lernplattform zur Verfügung gestellt. Ausgehend von den Ergebnissen der Übungsaufgaben ist der weitere Lernweg der Schüler:innen in der digitalen Lernplattform anpassbar.

Meta-Analysen zur Effektivität digitaler Lernplattformen deuten darauf hin, dass das Lernen mittels dieser Plattformen im Allgemeinen nur marginale Vorteile gegenüber traditionellen Lernmethoden ohne Unterstützung einer Lernplattform aufweist (Kulik & Fletcher, 2016; Schaumburg, 2022b; Xu et al., 2019). Die Effektivität digitaler Lernplattformen wird dabei durch diverse Faktoren bestimmt. Hierzu zählen insbesondere die Qualität der Lernplattform, die Art und Weise ihrer Integration in den didaktischen Rahmen und die individuelle Anpassung an die Lernbedürfnisse (Petko, 2014; Reinhold et al., 2020). Als besonders wirksame Merkmale digitaler Lernplattformen erweisen sich Adaptivität und Feedback, welche klassischerweise Merkmale intelligenter tutorieller Systeme sind (Reinhold et al., 2020; Schaumburg, 2022a; Scheiter, 2021). Für intelligente tutorielle Systeme kann ein höherer positiver Effekt auf die Lernleistung von Schüler:innen festgestellt werden (u. a. Hillmayr et al., 2020; Ma et al., 2014). Aber auch für die Nutzung digitaler Lernplattformen zu Zwecken der Individualisierung können Van Schoors et al. (2021) in einem systematischen Review einen positiven Effekt festhalten. Die Forschung zur Nutzung digitaler Lernplattformen in Deutschland ist bislang unzureichend, was möglicherweise auf deren geringe Verbreitung zurückzuführen ist (Böttinger, 2023; Holmes et al., 2018). Das Potential digitaler Lernplattformen, insbesondere für eine adaptive Unterrichtsgestaltung, wird noch nicht ausgeschöpft; oft werden digitale Medien in Schulen nicht vollumfänglich genutzt, vor allem bezüglich der Nutzung der resultierenden Daten (Böttinger, 2023; Schaumburg, 2021).

Auch wenn bildungspolitisch Vorgaben zur Nutzung digitaler Medien festgelegt wurden, hängt die tatsächliche Nutzung von verschiedenen Faktoren ab, wobei – wie auch bei der Nutzung von Daten – die Lehrkraft selbst eine bedeutende Rolle einzunehmen scheint. In der Regel entscheidet jede Lehrkraft selbst, in welchem Umfang sie digitale Medien in ihren Unterricht einbinden will (Gerick & Eickelmann, 2022). Die Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudie International Computer and Information Literacy Study (ICILS) 2018 offenbaren, dass Lehrkräfte in Deutschland digitale Medien im Unterricht

verhältnismäßig selten einsetzen (Eickelmann & Drossel, 2020). Dies trifft besonders auf den Einsatz digitaler Medien zur individuellen Förderung zu: Lediglich etwa 15% der befragten Lehrkräfte berichten, digitale Medien regelmäßig für die individuelle Förderung zu verwenden. Ein noch geringerer Anteil setzt digitale Medien ein, um Schüler:innen Lernrückmeldungen zu erteilen (ca. 11%; Drossel et al., 2019). Um die Nutzung von digitalen Medien weiter voranzutreiben, ist es von Bedeutung, Einflussfaktoren für die Nutzung dieser zu untersuchen. Das *Will-Skill-Tool* Modell sieht drei Faktoren als maßgeblich für die Entscheidung einer Lehrkraft zur Nutzung von digitalen Medien an (Hancock et al., 2003; Knezek & Christensen, 2016; Petko, 2012). Erstens bedarf es einer positiven Einstellung der Lehrkraft gegenüber digitalen Medien, das heißt die Lehrkraft muss gewillt sein, digitale Medien einzusetzen (Will; Backfisch et al., 2020; Petko, 2012). Die positive Einstellung einer Lehrkraft gegenüber digitalen Medien beeinflusst einerseits die Nutzungshäufigkeit, aber andererseits auch die Förderung von digitalen Kompetenzen der Schüler:innen (Lorenz, 2018). Zweitens muss die Lehrkraft über digitale Kompetenzen verfügen (Skill), um digitale Medien einsetzen zu können. Welche Kompetenzen eine Lehrkraft zur Nutzung digitaler Medien, aber auch zur Vermittlung von digitalen Kompetenzen für Lernende benötigt, ist in verschiedenen Kompetenzrahmen und -modellen wiederzufinden, unter anderem *Bildung in der digitalen Welt* (KMK, 2016), *DigCompEdu* (Redecker & Punie, 2019) und *TPACK* (Mishra & Koehler, 2006). Beispielsweise umfasst das TPACK Modell technologisches, fachliches und pädagogisches Wissen sowie Überschneidungen der drei Wissensbereiche (Koehler et al., 2017; Mishra & Koehler, 2006). Hier zeigt sich, dass digitalisierungsbezogenes Wissen nicht allein für den sinnvollen Einsatz digitaler Medien ausreichend ist (Backfisch et al., 2020; Gerick & Eickelmann, 2022; Petko, 2012). Die Verknüpfung von digitalen Medien und den pädagogischen Konzepten einer Lehrkraft wird im DigCompEdu insofern abgebildet, als dass verschiedene Nutzungskontexte eröffnet werden. So können digitale Medien zum Beispiel zum selbstgesteuerten oder kollaborativen Lernen, zur Analyse des Lernstandes und Vergabe von Feedback oder zur Differenzierung und Individualisierung genutzt werden, wofür die Lehrkraft – wie auch ihre Schüler:innen – unterschiedliche Kompetenzen benötigt (Redecker & Punie, 2019). Eine zusammenfassende Darstellung bestehender Kompetenzrahmen und -modelle digitaler Kompetenzen von Lehrkräften findet sich zum Beispiel bei Falloon (2020), Hase et al. (2023) sowie Nguyen und Habók (2023). Drittens ist für die Nutzung digitaler Medien im Unterricht grundlegend, dass der Lehrkraft digitale Medien ausreichend zur Verfügung stehen (Tool; Backfisch et al., 2020; Drossel et al., 2019; Lorenz, 2018; Petko, 2012; Schmid et al., 2017). Gerade wenn digitale Lernplattformen zur Individualisierung genutzt werden sollen, bedarf es bestenfalls einer Ausstattung von einem Gerät je Schüler:in (Holmes et al., 2018). Schulen in Deutschland sind im internationalen Vergleich mit Ländern wie den USA – in denen die Nutzung digitaler Medien im Unterricht weitaus etablierter ist – schlechter mit digitalen Medien

ausgestattet (Schaumburg, 2022b). Beispielsweise zeigt die ICILS 2018 Studie, dass im Durchschnitt in Deutschland ein Tablet für 41 Schüler:innen oder etwa ein Notebook für 68 Schüler:innen zur Verfügung steht (Eickelmann et al., 2019). Für die Nutzung digitaler Lernplattformen zum Üben bedarf es neben digitalen Endgeräten aber auch einer passenden Software sowie einer leistungsfähigen Netzinfrastruktur (Schaumburg, 2022b). Jedoch zeigt auch hier die ICILS 2018 Studie, dass nur etwa ein Viertel der befragten Schulen über WLAN für Lehrkräfte und Schüler:innen verfügt (Eickelmann et al., 2019). Auch während der Corona-Pandemie erwies sich die digitale Ausstattung der Schulen noch als unzureichend, sodass sich nur circa ein Viertel der befragten Grundschullehrkräfte gut oder sehr gut technisch vorbereitet für den Distanzunterricht sah. Im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Lernplattformen gaben etwa 58% der Befragten an, dass ihre Schüler:innen hierüber verfügen (Forsa, 2021).

2.5 Potentiale und Grenzen von Daten aus digitalen Lernplattformen

Die durch die Digitalisierung getriebene Datafizierung beinhaltet zum einen die Möglichkeit, bestehende, analoge Datenpraktiken zu digitalisieren. Beispielsweise können hier die Digitalisierung des Klassenbuchs oder die digitale Durchführung von Vergleichsstudien genannt werden. Zum anderen werden durch die Nutzung digitaler Medien neue, zuvor nicht vorhandene Daten gesammelt und verarbeitet (Altenrath et al., 2021), sodass weitere Möglichkeiten entstehen, das Potential der datenbasierten Entscheidungsfindung auszuschöpfen (Mandinach & Abrams, 2022). Digitale Medien können somit als Unterstützung für Lehrkräfte bei der systematischen Generierung, Aufbereitung und Verwendung von Daten gesehen werden (Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Troeger et al., 2023). Mit digitalen Medien erhalten Lehrkräfte Daten zu den alltäglichen Aktivitäten ihrer Schüler:innen. Beispielsweise sind Daten gemeint, die von digitalen Lernplattformen beim Üben von Schüler:innen gesammelt werden, die Informationen über den Übungsprozess der Schüler:innen – auf individueller und Klassenebene – enthalten (Bez et al., 2023; Brägger & Koch, 2022; Williamson, 2016).

Um die Potentiale von Daten aus digitalen Lernplattformen herauszustellen, werden bisherige Erkenntnisse aufgegriffen, spezifiziert und ergänzt. Die Verfügbarkeit lernprozessbezogener Daten der Schüler:innen wird als entscheidender Mehrwert der Nutzung digitaler Lernplattformen angesehen (Schaumburg, 2022a). Wiederum können Lehrkräfte die aus den Daten gewonnenen Informationen nutzen, um pädagogische Maßnahmen abzuleiten (Jude et al., 2023; Schaumburg, 2022b; Williamson, 2016). Die Nutzung von Learning Analytics wird zumeist mit dem Ziel verknüpft, mehr Feedbackmöglichkeiten zu schaffen, eine Reflexion des Lernprozesses anzuregen und individuelle Lernpfade zu ermöglichen (Ifenthaler & Drachler, 2020; Schaumburg, 2021; Williamson, 2016). Eine damit angestrebte Verbesserung von Lehr-Lern-Prozessen vereint das Ziel von Learning Analytics mit

dem der datenbasierten Entscheidungsfindung (Mandinach & Abrams, 2022). Daten aus digitalen Lernplattformen für Zwecke der Individualisierung zu nutzen, wird als großer Mehrwert gesehen (Berger & Moser, 2020; Schaumburg, 2021; Schmid et al., 2022; Xie et al., 2019). Je mehr Informationen die Lehrkräfte zu dem Lernstand ihrer Schüler:innen erhalten, desto besser können sie ihren Unterricht an die Bedürfnisse der einzelnen Schüler:innen anpassen (Berger & Moser, 2020). Dabei bieten sich Unterstützungsmöglichkeiten hinsichtlich verschiedenster Lernbedarfe, sodass beispielsweise eine Förderung von hochbegabten Schüler:innen, aber auch von Schüler:innen mit Lernschwierigkeiten ermöglicht wird (Jungeblut, 2022). Aktuelle Diskussionen hierüber aus dem deutschsprachigen Raum gehen auf jahrzehntelange Überlegungen aus den USA zum Konzept des personalisierten Lernens in Verknüpfung mit der Nutzung von digitalen Medien zurück (Schaumburg, 2021). Auch wenn digitale Lernplattformen wie intelligente tutorielle Systeme eigenständig Anpassungen des Lernpfades vornehmen können, findet sich dies durch wenig zur Verfügung stehende und genutzte adaptive Lernplattformen kaum wieder (vgl. Kapitel 2.4), weshalb das Potential von Learning Analytics vor allem in der Bereitstellung des Feedbacks für Schüler:innen und der Daten für Lehrkräfte gesehen wird (Molenaar & Knoop-van Campen, 2017; Schaumburg, 2022b). Schüler:innen können durch das direkte Feedback einer digitalen Lernplattform eigene Stärken und Schwächen erkennen und ihren Lernprozess aktiv steuern (Jungeblut, 2022; Park & Jo, 2019; Schaumburg, 2021; Van Leeuwen et al., 2021; Verbert et al., 2013). Lehrkräfte erhalten – gerade bei einer andauernden Nutzung von Lernplattformen – fortlaufend Einblick in den Lernstand und Fortschritt ihrer Schüler:innen (Aleven et al., 2016; Jungeblut, 2022; Verbert et al., 2013). So gesehen bieten digitale Lernplattformen Lehrkräften eine individuelle Diagnostik ihrer Schüler:innen (Schaumburg, 2021). Auch mit anderen digitalen Medien können Lehrkräfte Daten zu ihren Schüler:innen im Sinne einer individuellen Diagnostik erhalten, wie zum Beispiel mit digitaler Lernverlaufsdagnostik. Allerdings liegt der Fokus dieser auf der regelmäßigen Messung von Kompetenzen und damit stärker auf dem reinen Diagnostizieren und weniger auf dem gesamten Übungsprozess (Jude et al., 2020; Jude et al., 2023), welcher den Ausgangspunkt dieser Dissertation bildet. Deshalb wird sich im Rahmen dieser Dissertation auf Daten von digitalen Lernplattformen konzentriert. Zur Nutzung von Daten aus digitaler Lernverlaufsdagnostik ist unter anderem auf Studien von Anderson et al. (2020) und Hebbecke et al. (2022) zu verweisen.

Bei der Nutzung von digitalen Lernplattformen zum Üben können Lehrkräfte lernprozessbezogene Daten ihrer Schüler:innen in einem Dashboard zur Verfügung gestellt bekommen (Ifenthaler & Drachsler, 2020; Van Schoors et al., 2021). Ein Dashboard ist Teil einer digitalen Lernplattform und stellt die Daten der Schüler:innen für Lehrkräfte aufbereitet zur Verfügung (Aleven et al., 2016; Molenaar & Knoop-van Campen, 2017; Verbert et al., 2013). Dabei sollte die Gestaltung des Dashboards eine schnelle

Wahrnehmung der Daten ermöglichen, indem sie übersichtlich angeordnet und mit verschiedenen Visualisierungen dargeboten wird (Bez et al., 2023; Park & Jo, 2019). Die Nutzung des Dashboards kann von Lehrkräften sowohl während des Unterrichts, sodass sich direkte Anpassungen vornehmen lassen, als auch nach dem Unterricht, sodass langfristige Änderungen der Unterrichtsgestaltung ermöglicht werden, vorgenommen werden (Van Leeuwen et al., 2021). Die in digitalen Lernplattformen bereitgestellten Daten können sich hinsichtlich ihrer Komplexität unterscheiden. Sofern die Daten von der digitalen Lernplattform analysiert werden, kann dies deskriptiv (Was ist passiert?), diagnostisch (Warum ist es passiert?), prädiktiv (Was wird wahrscheinlich als Nächstes passieren?) oder präskriptiv (Was muss ich als Nächstes tun?) erfolgen (Mougiakou et al., 2023).

Da digitale Lernplattformen Lehrkräfte im Übungsprozess von Schüler:innen, in der Reflexion ihres Unterrichts und der Identifikation von Lernbedürfnissen unterstützen können, bleibt Lehrkräften potentiell mehr Zeit für die darüber hinausgehende individuelle Förderung ihrer Schüler:innen (Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Molenaar & van Schaik, 2017; Schaumburg, 2021; Troeger et al., 2023). Dennoch wird das Potential von digitalen Lernplattformen für die Individualisierung von Lehrkräften bisher kaum ausgeschöpft, da Learning Analytics in Schulen im deutschsprachigen Raum kaum Beachtung finden oder wenn, nicht vollumfänglich genutzt werden (Ebner & Ebner, 2018; Ifenthaler & Drachsler, 2020; Jude et al., 2020; Schmid et al., 2022). Grund hierfür können auch potentielle Grenzen der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen sein. Insbesondere für die Nutzung digitaler Lernplattformen in Deutschland sind Aspekte des Datenschutzes zu beachten, welche ein Hindernis für die Nutzung darstellen können (Ebner & Ebner, 2018; Holmes et al., 2018; Mougiakou et al., 2023; Schaumburg, 2021; Schmid et al., 2017): „Eine längsschnittliche Auswertung von Prozessdaten zum Zwecke pädagogischer Interventionen mittels Learning Analytics in der Schule ist daher unter der aktuellen Gesetzgebung in nur sehr geringem Umfang möglich“ (Jude et al., 2020, 57). Mit digitalen Daten gehen ethische Überlegungen einher, die Aspekte wie Datenschutz und -sicherheit umfassen (Eynon, 2013; Hansen et al., 2020; Jude et al., 2023; Siemens, 2013). Dabei steht die Frage im Fokus, wie verantwortungsvoll mit Daten umgegangen werden kann (Jungeblut, 2022). Dieser Frage widmet sich explizit der Forschungsstrang zu kritischen Datenstudien (critical data studies; boyd & Crawford, 2012). Der Forschungsstrang hat sich zum Ziel gesetzt, „ein besseres Verständnis für die konkrete Funktionsweise und Wirkkraft von datenintensiven digitalen Technologien zu erlangen“ (Macgilchrist et al., 2023, 321). Kritische Datenstudien betrachten zum einen den Prozess der Datennutzung, welcher zum Beispiel die Generierung und Verwendung digitaler Daten beinhaltet, in seiner Gesamtheit kritisch, und diskutieren zum anderen die Auswirkungen digitaler Daten für die Weiterentwicklung von Bildung (Breiter & Bock, 2023). Beispielsweise wird als problematisch angesehen, dass der Zweck der Sammlung und Auswertung von Daten nicht immer

bekannt ist (Eder et al., 2017). Forschungsbedarfe werden im Rahmen kritischer Datenstudien auch explizit für die Nutzung von aus dem Unterricht gewonnenen Daten aus digitalen Medien gesehen, sodass beispielsweise eine Analyse der hinter Lernplattformen stehenden Lerntheorien und -modelle angeregt wird, um den Erzeugungsprozess der Daten und deren Bedeutung für den eigenen Unterricht besser nachvollziehen zu können (Macgilchrist et al., 2023).

Neben den Herausforderungen des Datenschutzes kann eine geringfügige Nutzung digitaler Daten von verschiedenen Faktoren abhängig sein, bei welchen an den bisher genutzten Modellen zur Erklärung des Lehrkräfteverhaltens in Bezug zur datenbasierten Entscheidungsfindung (Theorie des geplanten Verhaltens; vgl. Kapitel 2.1) oder zur Nutzung digitaler Medien (Will-Skill-Tool Modell, vgl. Kapitel 2.4) angeknüpft werden kann. Für die Nutzung digitaler Daten werden ähnliche Einflussfaktoren angenommen wie für die Nutzung zugrundeliegender digitaler Medien sowie für die Nutzung anderer Daten im Rahmen der datenbasierten Entscheidungsfindung (Mandinach & Abrams, 2022). Zum einen kann auch hier die Einstellung einer Lehrkraft gegenüber der Nutzung digitaler Daten einflussnehmend sein. Beispielsweise sollten Lehrkräfte überzeugt davon sein, Schüler:innen individuell zu unterstützen und dafür digitale Daten als hilfreiche Informationen ansehen (Jungeblut, 2022). Zum anderen können noch nicht ausgebildete Kompetenzen einer Lehrkraft Grund für eine geringfügige Nutzung sein. Die Nutzung von Daten aus Lernplattformen Bedarf nicht nur Data Literacy, sondern Lehrkräfte müssen darüber hinaus auch fähig sein, die zugrundeliegende Technologie zu nutzen (Cui & Zhang, 2022; Michos et al., 2023; Van Schoors et al., 2021). Die Interpretation von Daten aus digitalen Lernplattformen kann für Lehrkräfte – aufgrund fehlender Vorbereitung in der Lehrkräftebildung – eine Herausforderung darstellen (Bez et al., 2023; Schaumburg, 2022b; Van Leeuwen et al., 2021). Ebenso kann die geringe Nutzung der Daten auf eine fehlende Unterstützung in der Schule hinweisen. Die Implementierung digitaler Lernplattformen in den Unterricht, um die daraus resultierenden Daten weiterführend für eine adaptive Unterrichtsgestaltung zu nutzen, wird als umfassende Schulentwicklungsaufgabe betrachtet, für die unter anderem zeitliche und personelle Ressourcen zu schaffen sind (Jungeblut, 2022; Schaumburg, 2021). Jedoch nützen auch diese Ressourcen für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen nichts, wenn die Schule nicht ausreichend mit Technologie ausgestattet ist (Jungeblut, 2022; Schmid et al., 2017). Gleichzeitig garantiert eine gute technische Ausstattung und somit eine potentielle Verfügbarkeit von Daten noch keine gewinnbringende Nutzung (Bez et al., 2023; Schildkamp, 2019). So wird beispielsweise auch die Relevanz der Qualität der zur Verfügung gestellten Daten hervorgehoben und konstatiert, dass bisher nur wenige digitale Lernplattformen Lehrkräften umfassende Daten zum Lernprozess und -verlauf ihrer Schüler:innen bieten (Schaumburg, 2021). Die Weiterentwicklung von Dashboards hin zu lehrkräftedienlichen Datenpräsentationsformen und Interpretationsmöglichkeiten wird deshalb als wichtig

erachtet (Mandinach & Abrams, 2022). Michos et al. (2023) betrachten das Zusammenspiel mehrerer Faktoren, welche die Nutzung von digitalen Daten beeinflussen können, mit dem Will-Skill-Tool Modell. In ihrer Studie mit Schweizer Sekundarschullehrkräften erweisen sich alle drei Faktoren des Will-Skill-Tool Modells als signifikante Prädiktoren, wobei der besonders ausgeprägte Einfluss der selbsteingeschätzten Data Literacy (Skill) hervorgehoben wird (Michos et al., 2023). Neben der Relevanz von Data Literacy nehmen Van Leeuwen et al. (2021) auch pädagogisches Wissen und sonstige Handlungsmuster von Lehrkräften als einflussnehmend auf die Nutzung von Dashboards an.

2.6 Forschungsdesiderate zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen

Obwohl vorhandene Studien bereits Einflussfaktoren auf die Verwendung von lernprozessbezogenen Daten für datenbasierte Entscheidungsfindungen identifizieren konnten, besteht dennoch ein Bedarf an weiterführender Forschung in diesem Bereich: Es wird hervorgehoben, dass bislang wenig Forschung dazu existiert, wie Lehrkräfte Daten analysieren, interpretieren und für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen (Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Saar et al., 2022; Schildkamp, 2019). Dieser Bedarf gilt insbesondere für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen, die Lehrkräften in Dashboards zur Verfügung gestellt werden (Molenaar & Knoop-van Campen, 2019; Scheiter, 2021; Van Leeuwen et al., 2021). Bisherige Studien zu digitalen Lernplattformen fokussieren mehr die Wirksamkeit dieser im Allgemeinen in Bezug auf die Lernleistung der Schüler:innen (u. a. Hillmayr et al., 2020; Ma et al., 2014; Reinhold et al., 2020; Van Schoors et al., 2021), die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Lehrkräfte bleibt weitestgehend unbeachtet. Um sich diesem Forschungsdesiderat anzunehmen, wird die Verwendung triangulativer Verfahren vorgeschlagen, die verschiedene Forschungsmethoden vereinen. Besonders wird die Relevanz qualitativer Studien betont, um im Unterrichtsgeschehen zu untersuchen, wie Lehrkräfte mit Daten umgehen und welche Faktoren Einfluss auf ihre Nutzung von Daten nehmen (Demski & Racherbäumer, 2017; Eickelmann et al., 2019; Hebbecke et al., 2022; Schildkamp, 2019; Schildkamp et al., 2017, Schmid et al., 2022).

3. Forschungsfrage und Konzeption der Dissertation

Ausgehend vom theoretischen Hintergrund und dem daraus abgeleiteten Forschungsdesiderat, beschäftigt sich die vorliegende kumulative Dissertation mit folgender übergeordneter Forschungsfrage: Wie nutzen (Grundschul-)Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen für ihre Unterrichtsgestaltung?

Die Fragestellung erwächst aus dem Teilprojekt Bildungswissenschaft des Projekts CODIP¹ (Competencies for Digitally-Enhanced Individualized Practice). Das Projekt CODIP widmet sich dem digital-gestützten individualisierten Üben aus fachlicher, bildungswissenschaftlicher und psychologischer Perspektive. Da ein großes Potential digitaler Medien zur adaptiven Unterrichtsgestaltung erst durch die Bereitstellung und Nutzung lernprozessbezogener Daten entsteht (vgl. Kapitel 2.5), ist von Relevanz, nicht nur den Übungsprozess als solchen, sondern auch die daraus resultierenden Daten zu betrachten. Deshalb hat das Teilprojekt Bildungswissenschaft den Fokus auf lernprozessbezogene Daten als Resultat digital-gestützter Übungsprozesse gelegt. Die daraus entstandene kumulative Dissertation besteht aus drei Artikeln, die Teilstudien der Dissertation beinhalten (vgl. Kapitel 4).

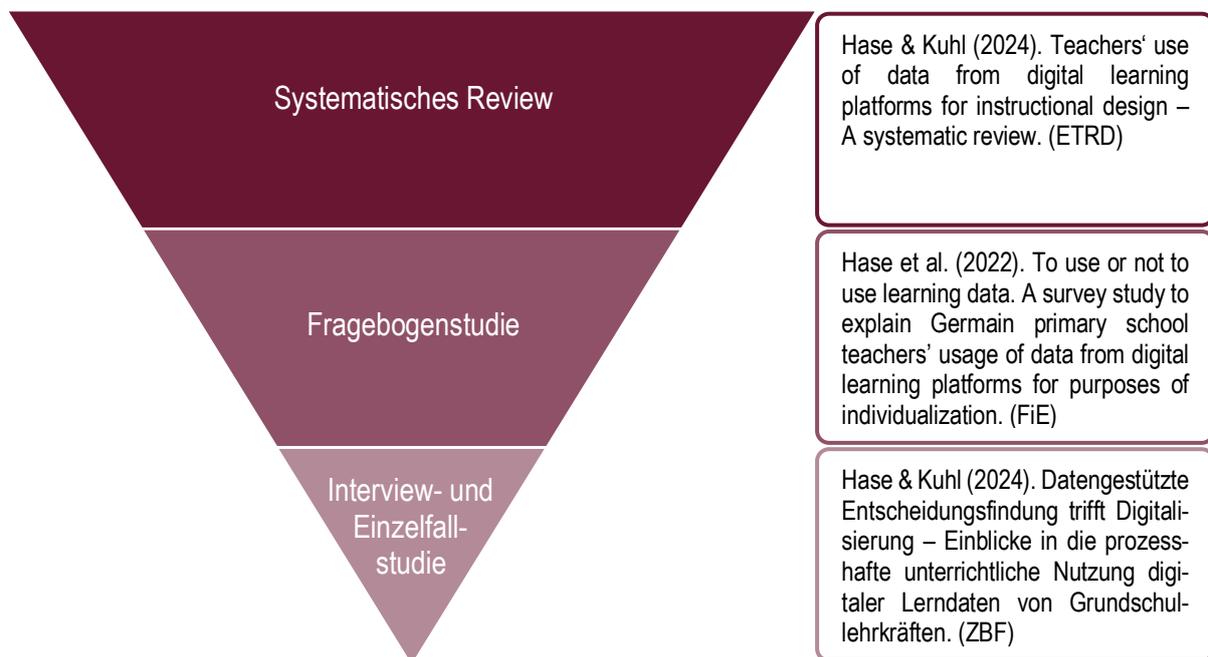


Abbildung 2: Konzeption der kumulativen Dissertation

Den Ausgangspunkt der kumulativen Dissertation bildet (1) ein systematisches Review. Mit systematischen Reviews können bisherige Forschungserkenntnisse zu einer Thematik dargelegt werden. Es wird zusammengefasst, was über eine Thematik bekannt ist und welche Fragen bisher unbeantwortet bleiben und somit in zukünftiger Forschung adressiert werden können (Newman & Gough, 2020). Das systematische Review als Bestandteil dieser Dissertation erfasst den internationalen Forschungsstand zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Lehrkräfte für ihre weitere Unterrichtsgestaltung. Es wird eine breite Ausgangsbasis zur Beantwortung der übergreifenden

¹ Das Projekt CODIP wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert (Förderkennzeichen 01JA2002; Projektleitung: Prof. Dr. M. Ahlers, Prof. Dr. M. Besser, Prof. Dr. P. Kuhl).

Forschungsfrage geschaffen. An die Zusammenfassung bisheriger Forschungserkenntnisse schließt (2) eine quantitative, querschnittliche Fragebogenstudie mit $N = 272$ Grundschullehrkräften an, mit welcher zunächst ein Überblick zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte in Deutschland gegeben wird. Neben dem Ziel, mit der Fragebogenstudie eine Bestandsaufnahme zur derzeitigen Nutzung zu generieren, dient die Studie der Anwendung eines Modells auf eine neue Thematik. Ausgehend von der bereits etablierten Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen, 1991) sowie weiteren potentiell relevanten didaktischen Prinzipien werden Prädiktoren für die Intention zur Nutzung sowie zur tatsächlichen Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen ermittelt. Die quantitative Studie vertiefend folgt (3) eine qualitative Interview- und Einzelfallstudie (Vertiefungsmodell; Döring & Bortz, 2016; Flick, 2008). Ziel dieser Studie ist es, die Gestaltung der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte beschreiben und bisherige Erkenntnisse illustrieren zu können. Die $n = 12$ interviewten Lehrkräfte werden aus der Stichprobe der Fragebogenstudie gewonnen, wiederum $n = 2$ Lehrkräfte hiervon für die Einzelfallstudie rekrutiert. Mit der Triangulation verschiedener Methoden wird eine vielperspektivische und tiefere Beantwortung der zugrundeliegenden, übergreifenden Fragestellung angestrebt (Denzin, 1978; Flick, 2008).

4. Die Artikel im Überblick

Die in den einzelnen Artikeln untersuchten Teilfragestellungen, die methodischen Vorgehensweisen sowie die Ergebnisse werden in den folgenden Unterkapiteln zusammenfassend dargestellt. Eine übergreifende Diskussion der gewonnenen Erkenntnisse sowie eine Einordnung in den theoretischen Hintergrund erfolgen anschließend in Kapitel 5.

4.1 Artikel 1 – Systematisches Review zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen (Hase & Kuhl, 2024)

Der erste Artikel dieser Dissertation widmet sich der Aufarbeitung des bisherigen Forschungsstandes zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen, wofür folgende Fragestellung aufgestellt wird: Wie ist der aktuelle Stand der Forschung zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Lehrkräfte für die weitere Unterrichtsgestaltung? Als forschungsmethodische Grundlage wird ein systematisches Review gewählt. Bei der Durchführung von systematischen Reviews ist das strukturierte Vorgehen von besonderer Bedeutung (Newman & Gough, 2020). Deshalb orientiert sich das vorliegende systematische Review am viel genutzten PRISMA-P Protokoll (Moher et al., 2015). Nach einer Einarbeitung in grundlegende Theorien wird der Suchstring gebildet, wobei sich an Theorien zur datenbasierten Entscheidungsfindung sowie zum digital-gestützten Üben orientiert wird. Neben den Suchfeldern

Datennutzung und Digitale Lernplattformen wird auch das Suchfeld *Unterricht* integriert, um den Schulkontext einzubeziehen. In den Einschlusskriterien für die Auswahl der Studien wird unter anderem festgelegt, dass alle allgemeinbildenden Schulen einbezogen werden, um einen möglichst großen Erkenntnisgewinn zu erzielen. Dahingegen sind Studien zur Hochschulbildung ausgeschlossen, da hier der Kontext zu unterschiedlich scheint, was eine Vergleichbarkeit erschweren würde. Von Interesse sind in dem systematischen Review empirische, deutsch- oder englischsprachige Studien. Die Suche wird in für die Bildungsforschung relevanten Datenbanken (FIS Bildung, Psynindex, PsycInfo, Scopus, Web of Science) durchgeführt. Die Auswahl der Studien erfolgt in einem mehrstufigen Prozess, in dem zunächst Titel und Abstracts durch drei Personen unabhängig voneinander bewertet werden, bevor die finale Bewertung durch das Lesen der Volltexte geschieht. Aus den anfänglichen $N = 2119$ Suchtreffern können letztlich $n = 11$ Studien in die Analyse einbezogen werden. Die Artikel werden zunächst hinsichtlich genereller Studieninformationen tabellarisch zusammengefasst, sodass ein Überblick über die Konzeption der Studien entsteht. Daraufhin erfolgt eine vertiefende qualitative Analyse der in den Artikeln dargestellten Ergebnisse, wofür folgende Unterfragestellungen zur Gliederung dienen:

- (1) Welche digitalen Lernplattformen nutzen Lehrkräfte?
- (2) Welche Art digitaler Daten nutzen Lehrkräfte?
- (3) Aus welchen Gründen nutzen Lehrkräfte digitale Daten für welche instruktionalen Maßnahmen?

Die analysierten Studien sind alle englischsprachig, wobei sie überwiegend aus den USA und den Niederlanden stammen. Als Schulform findet die Grundschule etwas mehr Beachtung als Schulen der Sekundarstufe I. Die Sekundarstufe II ist nur in einer Studie einbezogen. Von einer Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen wird überwiegend in den Hauptfächern (Mathematik, Sprachen) berichtet. Die Studien umfassen größtenteils qualitative Forschungsdesigns mit kleineren Stichproben, wobei in den meisten Fällen Interviews und Beobachtungen als Forschungsmethoden genutzt werden.

Die digitalen Lernplattformen variieren in den Studien, sodass sie als Lernplattformen, adaptive Lernplattformen, Lernmanagementsysteme oder (intelligente) tutorielle Systeme benannt und demnach unterschiedlich definiert werden. Aus den verschiedenen digitalen Lernplattformen werden sowohl Daten auf Klassen- als auch auf Individualebene genutzt. Dabei werden unter dem Datenbegriff zum Beispiel Log-Daten wie die für die Bearbeitung von Aufgaben beanspruchte Zeit, aber auch Daten zur Leistung der Schüler:innen wie die Beherrschung einzelner Kompetenzen oder Fehlvorstellungen verstanden. Gründe für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen können sowohl in Bezug auf Vorteile für Lehrkräfte als auch für Schüler:innen gefunden werden. Lehrkräften geht es vor allem darum, selbst mehr Wissen zu den Lernprozessen ihrer Schüler:innen zu erlangen. Gleichzeitig wird das Potential digitaler

Lernplattformen betont, Schüler:innen direktes Feedback geben zu können, sie so mehr in ihren Lernprozess einzubeziehen und ihnen Verantwortung für diesen zu übertragen. Als aus den Daten abgeleitete instruktionale Maßnahmen sind vor allem solche zur Individualisierung und Differenzierung zu finden, beispielsweise: Lernpfade an individuelle Bedürfnisse anpassen, selbstreguliertes Lernen ermöglichen, differenzierte Aufgaben zur Verfügung stellen, mehr Absprachen über Lernleistungen mit Schüler:innen, Eltern und Kolleg:innen. Ebenso stellt zumindest eine Studie heraus, dass Lehrkräfte trotz Betrachtung der Daten keine Maßnahmen ableiten.

Aufgrunddessen, dass in der finalen Auswahl der Studien des systematischen Reviews keine deutschsprachige Studie enthalten ist, kann ein Forschungsbedarf für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Lehrkräfte aus Deutschland festgehalten werden. Hierbei ist einerseits an die internationalen Befunde anzuschließen, indem auch ein Fokus auf die Forschung in der Grundschule gelegt wird. Für die Grundschule scheint das Potential der digitalen datenbasierten Entscheidungsfindung durch die breite Heterogenität der Schüler:innen besonders groß zu sein. Andererseits ist auch für die internationale Forschung eine Weiterentwicklung zu leisten, indem bisher wenig genutzte quantitative Forschungsmethoden angewandt werden. Ergänzend hierzu können qualitative Forschungsmethoden eingesetzt werden, um eine Vergleichbarkeit zu bisherigen internationalen Befunden zu schaffen und die quantitativ gewonnenen Erkenntnisse vertiefend zu betrachten.

4.2 Artikel 2 – Fragebogenstudie zur Vorhersage der Intention zur Nutzung sowie zur tatsächlichen Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen (Hase et al., 2022)

Anschließend an das aus dem systematischen Review resultierende Forschungsdesiderat widmet sich der zweite Artikel dieser Dissertation der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte in Deutschland. Dabei liegt der Fokus auf der Vorhersage der Intention zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte wie auch der tatsächlichen Nutzung. Der Teilstudie liegen zwei Forschungsfragen zu Grunde, welche mit einem quantitativen Forschungsdesign in Form einer querschnittlichen Fragebogenstudie zu beantworten sind:

- (1) In welchem Umfang nutzen Grundschullehrkräfte aus Deutschland Daten aus digitalen Lernplattformen für Zwecke der Individualisierung?
- (2) Welche Prädiktoren beeinflussen die Intentionen zur Nutzung sowie die tatsächliche Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen von Grundschullehrkräften?

Die Forschungsfragen erwachsen ähnlich wie beim systematischen Review aus Forschungen zur datenbasierten Entscheidungsfindung sowie der Nutzung digitaler Lernplattformen. Darüber hinaus findet

die Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen, 1991) Einzug in den theoretischen Hintergrund des Artikels. Mit der Theorie des geplanten Verhaltens liegt der Studie ein Modell zu Grunde, mit dem die Intention von Lehrkräften ein Verhalten auszuführen sowie das tatsächliche Verhalten mit drei Prädiktoren (Einstellung, subjektive Norm, Selbstwirksamkeit) vorhergesagt werden können (Ajzen, 1991). Die Theorie des geplanten Verhaltens ist auf mehrere Handlungsbereiche von Lehrkräften anwendbar, sodass sie fortlaufend in der Bildungsforschung wie beispielsweise für die datenbasierte Entscheidungsfindung (u. a. Pierce et al., 2013; Prenger & Schildkamp, 2018) genutzt wird. Die Fokussierung der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen zum Zweck der Individualisierung kann aus dem systematischen Review abgeleitet werden, da die Studien auf eine adaptive Unterrichtsgestaltung als Ableitung aus den Daten verweisen.

Die Konzeption und Durchführung der Fragebogenstudie erfolgt in einem forschungsökonomischen Sinn gemeinsam mit einem weiteren Teilprojekt des CODIP Projektes, welches sich mit der Technologieakzeptanz von Lehrkräften auseinandersetzt. So kann die Studie zum einen auf die Intention zur Nutzung und die tatsächliche Nutzung einer digitalen Lernplattformen eingehen (Kahnbach et al., in Einreichung) und zum anderen die für diese Teilstudie relevante Intention zur Nutzung sowie die tatsächliche Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen adressieren. Dem 20-minütigen Onlinefragebogen vorangestellt ist ein Video, welches eine Definition von digitalen Lernplattformen und den daraus resultierenden Lerndaten beinhaltet, um für ein geteiltes Verständnis von digitalen Lernplattformen bei der Beantwortung des Fragebogens zu sorgen. Digitale Lernplattformen werden bewusst nicht weiter, zum Beispiel als intelligentes tutorielles System, spezifiziert, da aus dem systematischen Review folgt, dass diverse Lernplattformen zur Nutzung von Daten herangezogen werden können und es mehr auf die enthaltenden Funktionen ankommt. Zu diesen zählen, dass eine digitale Lernplattform diverse Übungsaufgaben für Schüler:innen zur Verfügung stellt, Schüler:innen ein Feedback zu ihren bearbeiteten Aufgaben erhalten und Lehrkräfte lernprozessbezogene Daten in einem Dashboard angezeigt bekommen (vgl. Kapitel 2.4). An der Befragung nahmen $N = 272$ Grundschullehrkräfte aus Deutschland teil, wovon der größere Anteil weiblich ist (86 %). Neben einer deskriptiven Analyse der Daten, um die tatsächliche Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen für unterschiedliche Zwecke der Individualisierung darzustellen und so die erste Forschungsfrage beantworten zu können, wird ein Strukturgleichungsmodell zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage herangezogen. Mit Strukturgleichungsmodellen können zeitgleich mehrere abhängige Variablen betrachtet werden, womit Variablen sowohl als abhängige als auch als unabhängige Variable fungieren können (Eid et al., 2017). Im Falle dieser Studie bedeutet das einerseits, dass die Intention zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen als abhängige Variable gemessen werden kann, für die

mehrere unabhängige Variablen als Prädiktoren getestet werden. Andererseits heißt das auch, dass die Intention zur Nutzung gleichzeitig als eine der unabhängigen Variablen für die abhängige Variable der tatsächlichen Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen agieren kann.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass etwa die Hälfte der Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen zu verschiedenen Zwecken der Individualisierung – wie beispielsweise der Festlegung individueller Lernziele – nutzt. Darüber hinaus können mit der Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen, 1991) 51% der Varianz von der tatsächlichen Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen erklärt werden. Als Prädiktoren für die tatsächliche Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen können die Intention zur Nutzung, die subjektive Norm, das heißt wie sehr Lehrkräfte eine Erwartungshaltung zur Nutzung von anderen schulischen Akteur:innen wahrnehmen, sowie die Selbstwirksamkeit bezüglich der Einschätzung ihrer eigenen Fähigkeiten, Daten aus digitalen Lernplattformen nutzen zu können als signifikante Prädiktoren herausgestellt werden. Dabei fungiert die Selbstwirksamkeit als stärkster Prädiktor. Hinsichtlich der Intention zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen können mit der Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen, 1991) 30% der Varianz aufgeklärt werden. Für die Vorhersage der Intention zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen erweist sich die Einstellung von Grundschullehrkräften gegenüber Daten aus digitalen Lernplattformen als stärkster Prädiktor, doch auch hier kann Selbstwirksamkeit als weiterer signifikanter Prädiktor festgehalten werden. Eine Erweiterung des Modells um für die Intention zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen potentiell relevante Faktoren (Nutzung digitaler Medien, Einstellung gegenüber digitalen Medien, Üben, Individualisierung, Feedback, datenbasierte Entscheidungsfindung) führt zu einer Varianzaufklärung von 38% für die Intention zur Nutzung. Allerdings erweist sich lediglich die bisherige Nutzung digitaler Medien als zusätzlich signifikanter Prädiktor für die Intention zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen.

Auch wenn mit der Fragebogenstudie wichtige Erkenntnisse gewonnen werden können, warum Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen nutzen, fehlt ein Einblick, wie die tatsächliche Nutzung von Lehrkräften im Unterricht gestaltet wird. Deshalb erfolgt am Ende des Fragebogens eine Abfrage, ob Lehrkräfte für vertiefende Interviews zur Verfügung stehen würden, um aus ihrem Unterrichtsalltag zu berichten und somit ihre Nutzung näher zu beschreiben.

4.3 Artikel 3 – Interview- und Einzelfallstudie zur Gestaltung der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen (Hase & Kuhl, 2024)

Der dritte Artikel der Dissertation basiert auf einer qualitativen Teilstudie, mit der vertiefende Erkenntnisse zu der Fragebogenstudie gewonnen werden sollen. Die qualitative Teilstudie besteht zum

einen auf einer aus der Fragebogenstudie resultierenden Interviewstudie. Zum anderen werden wiederum einzelne Lehrkräfte aus der Interviewstudie in Einzelfallstudien näher betrachtet. Die gesamte qualitative Teilstudie erwächst aus den bisherigen theoretischen Rahmungen und wird von folgender Forschungsfrage geleitet: Wie nutzen Grundschullehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen für ihre Unterrichtsgestaltung im Rahmen des Kreislaufes der datenbasierten Entscheidungsfindung?

In Interviews haben Proband:innen die Möglichkeit, ihr subjektives Erleben mitzuteilen, sodass beispielsweise sonst unentdeckte Verhaltensweisen beschrieben werden können. Im Vergleich zu schriftlichen Befragungen sind Interviews näher am Alltag der Proband:innen, wodurch oftmals auch relevante Hintergrundinformationen aufgedeckt und Informationen in einen Zusammenhang gebracht werden können (Döring & Bortz, 2016). Die im Rahmen dieser Studie geführten Interviews mit $n = 12$ Grundschullehrkräften dienen der Vertiefung der Fragebogenstudie. Potentiell lassen sich so weitere Gründe für oder gegen die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen finden, wobei sich hier auf die Erläuterungen zur Ausgestaltung der Nutzung konzentriert wird. Für eine ganzheitliche, realitätsgerechte Illustrierung der Erkenntnisse aus den Interviews wird ergänzend eine Einzelfallstudie durchgeführt (Lamnek & Krell, 2016). In Einzelfallstudien ist ein multimethodisches Vorgehen von Vorteil, um den Einzelfall aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten (Lamnek & Krell, 2016). Hier werden Beobachtungen, Lautes Denken und Interviews als Forschungsmethoden genutzt. Beobachtungen versteht man im wissenschaftlichen Sinne als „zielgerichtete, systematische und regelgeleitete Erfassung, Dokumentation und Interpretation von Merkmalen, Ereignissen oder Verhaltensweisen“ (Döring & Bortz, 2016, 324), wobei diese auf Basis technischer Hilfsmittel oder mit menschlichen Sinnesorganen erfasst werden können. Beim Lauten Denken werden die Proband:innen aufgefordert, ihre Gedanken, die beim Ausführen einer konkreten Tätigkeit aufkommen, parallel laut zu äußern (periaktionales Lautes Denken, Döring & Bortz, 2016; Introspektion, Konrad, 2020). Beim direkten Äußern der Gedanken werden diese von Proband:innen weder vorab reflektiert noch interpretiert (Konrad, 2020). Die Methode des Lauten Denkens verfolgt das Ziel, „Denkvorgänge und Prozesse bei der Bearbeitung verschiedenster Aufgaben besser zu verstehen“ (Konrad, 2020, 373) und damit beispielsweise Einblicke in Absichten einer Person zu erhalten. Im Rahmen der Einzelfallstudien werden $n = 2$ Grundschullehrkräfte in drei Unterrichtsstunden beim Einsatz digitaler Lernplattformen sowie bei ihrer unterrichtsnachbereitenden Betrachtung des Dashboards der digitalen Lernplattform beobachtet. Während der Betrachtung des Dashboards werden die Lehrkräfte zum Lauten Denken angeregt, um Einblick in deren aufkommenden Gedanken bei der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen zu erlangen. Rückfragen zum Vorgehen der Lehrkräfte können in einem die Beobachtungen abschließenden Interview gestellt werden.

Die Analyse der aus der Interview- und Einzelfallstudie gewonnenen Daten erfolgt mit der qualitativen Inhaltsanalyse mit einem deduktiv gebildeten Kategoriensystem (Kuckartz, 2018), das auf den Schritten einer idealtypischen unterrichtlichen Datennutzung (vgl. Abbildung 1; Mandinach & Gummer, 2016) beruht, sodass die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen als zirkulärer Prozess betrachtet wird. Allerdings zeigt die Analyse, dass Lehrkräfte nicht den gesamten Kreislauf durchlaufen. Alle Lehrkräfte starten mit der Identifikation eines Problems oder der Formulierung einer Frage, mit der sie an die Daten herangehen. Oftmals haben die Lehrkräfte hierbei vor allem die Kontrolle, ob die Übungsaufgaben bearbeitet wurden, als Grund für die Nutzung benannt. Auch geben die befragten und beobachteten Lehrkräfte an, die Daten daraufhin im Dashboard zu betrachten. Dies erfolgt in der Regel nach dem Unterricht. Dabei prüfen Lehrkräfte zum Beispiel die Aufgaben auf Vollständigkeit, überblicken die für die Übung benötigte Zeit oder die Anzahl richtig gelöster Aufgaben, sodass insgesamt vor allem eine quantifizierende Betrachtung der Daten vorliegt. Nur einzelne Lehrkräfte konzentrieren sich bei der Betrachtung der Daten auch darauf, was für Fehler gemacht wurden. Dass nicht alle Lehrkräfte eine tiefergehende Datennutzung anstreben, zeigt sich auch daran, dass nicht mehr bei allen Lehrkräften die nachfolgenden Schritte des Kreislaufes sichtbar wurden. Auch wenn noch einige Lehrkräfte die Daten interpretieren, sprich überlegen, was die Daten in ihrem Unterrichtskontext aussagen und bedeuten, berichten nur noch wenige Lehrkräfte von einer Ableitung instruktorischer Maßnahmen ausgehend von den gewonnenen Informationen. Wenn Lehrkräfte Anpassungen ihres Unterrichts vornehmen, ist dies meist als Maßnahme zur Individualisierung und Differenzierung einzuordnen. Eine Reflexion der Maßnahmen wird weder berichtet noch kann sie beobachtet werden.

5. Zusammenfassung und Diskussion

Mit der einleitenden Darstellung relevanter Theorien und empirischer Forschungsarbeiten (vgl. Kapitel 2) konnte eine theoretische Rahmung für die drei Beiträge der Dissertation (vgl. Kapitel 4) geschaffen werden. Die aus den Teilstudien gewonnen Erkenntnisse sollen in diesem Kapitel zusammengeführt und im Hinblick auf die übergeordnete Forschungsfrage sowie in Bezug auf den theoretischen Hintergrund diskutiert werden. Darüber hinaus gilt es, Stärken und Limitationen der Dissertation darzustellen und abschließend Implikationen für die Bildungsforschung, Lehrkräftebildung und Bildungspraxis abzuleiten.

5.1 Diskussion der übergeordneten Forschungsfrage des Rahmenpapiers

Ziel der vorliegenden Dissertation ist es, Erkenntnisse zu der übergeordneten Forschungsfrage, wie (Grundschul-)Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen, zusammenzutragen. Hierzu werden die aus den drei Teilstudien gewonnen Erkenntnisse diskutiert.

Das aus dem theoretischen Hintergrund abgeleitete Forschungsdesiderat (vgl. Kapitel 2.6), das die bisher unzureichende Betrachtung der Nutzung digitaler Lernplattformen zur adaptiven Unterrichtsgestaltung, insbesondere im Hinblick auf die Nutzung der enthaltenen Daten, herausstellt (u. a. Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Saar et al., 2022; Scheiter, 2021; Schildkamp, 2019; Van Leeuwen et al., 2021), zeigt sich auch im durchgeführten systematischen Review (vgl. Kapitel 4.1). So erweisen sich nur elf Studien als passend für die Analyse, worunter überwiegend qualitative Studien zu finden sind, die das Forschungsfeld zunächst explorativ ergründen. Die Forschung zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen stellt ein junges Forschungsfeld dar, was auch durch die Veröffentlichungsjahre der einbezogenen Studien sichtbar wird. Zudem scheint sich die Forschung bisher vor allem auf die USA und die Niederlande zu konzentrieren. Blickt man auf die Forschung zur datenbasierten Entscheidungsfindung im Allgemeinen, das heißt unabhängig von digitalen Lernplattformen, findet sich auch dort ein Forschungsschwerpunkt in den zwei Ländern wieder (u. a. Ikemoto & Marsh, 2007; Lai & Schildkamp, 2013; Mandinach & Gummer, 2016). Auch wenn sich zur datenbasierten Entscheidungsfindung mittlerweile ein Forschungsstrang in der deutschsprachigen Forschung gebildet hat (u. a. Altenrath et al., 2021; Blumenthal et al., 2021; Demski & Racherbäumer, 2017; Krein & Schiefner-Rohs, 2021) und dabei auch Bezug zu digitalen Daten genommen wird (u. a. Bez et al., 2023; Ifenthaler & Drachsler, 2020; Macgilchrist et al., 2023; Schüller et al., 2019), konnten keine Studien aus Deutschland in die finale Analyse des systematischen Reviews eingeschlossen werden. Dass die Beforschung der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen im deutschsprachigen Raum kaum ausgeprägt scheint, kann auch damit zusammenhängen, dass Deutschland im internationalen Vergleich hinsichtlich der Nutzung digitaler Medien, vor allem zu Zwecken der Individualisierung, zurückliegt (Drossel et al., 2019; Eickelmann & Drossel, 2020; Schaumburg, 2021). Als potentiell hinderlich können aber auch die in Deutschland geltenden Vorgaben des Datenschutzes angesehen werden (u. a. Ebner & Ebner, 2018; Holmes et al., 2018; Jude et al., 2020; Schmid et al., 2017). Innerhalb der Studien des systematischen Reviews werden verschiedenste digitale Lernplattformen genutzt, um Daten zu den Übungsprozessen der Schüler:innen sowohl auf Individual- als auf Klassenebene zu erhalten. Ursächlich für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen ist für Lehrkräfte, dass sie einen besseren Überblick über die Leistung ihrer Schüler:innen sowie die Qualität ihres Unterrichts erhalten, aber auch Schüler:innen mehr in den Lernprozess einbeziehen. Die Daten werden so zum Zweck der Unterrichtsgestaltung genutzt, sodass eine Steigerung der Unterrichtsqualität und gleichsam eine Verbesserung der Leistung der Lernenden angestrebt wird (u. a. Altenrath et al., 2021; Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Schildkamp et al., 2017). Gerade bei der Nutzung digitaler Daten im Sinne der datenbasierten Entscheidungsfindung wird als Mehrwert benannt, dass mit den aus den Daten gewonnenen Informationen zum Lernprozess (Process und Output Data; Lai & Schildkamp, 2013)

eine adaptive Unterrichtsgestaltung befördert werden kann (u. a. Ifenthaler & Drachsler, 2020; Mandinach & Abrams, 2022; Schaumburg, 2022a; Williamson, 2016). Auch bei den Lehrkräften aus den Studien des systematischen Reviews sind Anknüpfungen hieran zu finden: Sie leiten aus den Daten Maßnahmen zur Individualisierung und Differenzierung ab, wozu beispielsweise die Bereitstellung individualisierter Übungsaufgaben oder die Ermöglichung selbstregulierenden Lernens zählen. Da nur in einer Studie berichtet wird, dass Lehrkräfte zum Teil keine Maßnahmen aus den Daten ableiten, und ansonsten mehrere Schritte einer idealtypischen unterrichtlichen Datennutzung (Mandinach & Gummer, 2016) bemerkbar sind, wird in den Studien des systematischen Reviews bereits eine umfassende Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen sichtbar. Dies steht in Kontrast zu Studien, in denen Lehrkräfte über Schwierigkeiten mit der Analyse und Interpretation von Daten berichten, sodass eine Ableitung instruktorischer Maßnahmen eher ausbleibt (u. a. Eysink & Schildkamp, 2021; Hebbecker et al., 2022; Kippers, Poortman, et al., 2018).

Mit der quantitativen Fragebogenstudie (vgl. Kapitel 4.2) können Erkenntnisse zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte aus Deutschland gewonnen werden, wobei der Fokus darauf liegt, welche Faktoren die Intention zur Nutzung sowie die tatsächliche Nutzung beeinflussen. Aufgrund dessen, dass im systematischen Review keine Studien zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen aus dem deutschsprachigen Raum enthalten sind, wurde keine verbreitete Nutzung erwartet. Dennoch gab etwa die Hälfte aller befragten Grundschullehrkräfte an, Daten aus digitalen Lernplattformen zu Zwecken der Individualisierung zu nutzen. Was dazu führt, dass Lehrkräften die von der Lernplattform zur Verfügung gestellten Daten nutzen oder nicht nutzen, kann mit der Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen, 1991) ergründet werden. Die Anwendung der Theorie des geplanten Verhaltens auf diese neue Thematik gelingt, sodass die Varianz zur Intention zur Nutzung sowie zur tatsächlichen Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen in Teilen aufgeklärt werden kann. Den Erkenntnissen von Prenger und Schildkamp (2018) folgend erweist sich die Einstellung gegenüber Daten aus digitalen Lernplattformen als relevantester Prädiktor für die Intention zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen und die Selbstwirksamkeit als stark einflussnehmend auf die tatsächliche Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen. Unabhängig von der Theorie des geplanten Verhaltens werden bei der Betrachtung von Lehrkräften das Wissen und die Fähigkeiten sowie die positiven Einstellungen einer Lehrkraft als relevant für die Nutzung von Daten zur Unterrichtsgestaltung angesehen (u. a. Blumenthal et al., 2021; Keuning et al., 2017; Michos et al., 2023; Schelling & Rubenstein, 2021; Schildkamp et al., 2017). Demnach müssen Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen als hilfreich für beispielsweise die Gestaltung eines adaptiven Unterrichts ansehen (Jungeblut, 2022). Bei dem benötigten Wissen ist für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen zu beachten, dass

Lehrkräfte zum einen erlernen müssen, wie sie die zugrundeliegenden Lernplattformen bedienen und zum anderen darauf aufbauend, wie sie die von der Lernplattform zur Verfügung gestellten Daten nutzen können, sodass es digitaler Kompetenzen und Data Literacy bedarf (u. a. Cui & Zhang, 2022; Hase et al., 2023; Michos et al., 2023). Bei einer Erweiterung der Theorie des geplanten Verhaltens um weitere potentiell relevante Faktoren kann die bisherige Nutzung digitaler Medien als signifikanter Prädiktor für die Intention zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen herausgestellt werden. Dementsprechend können sich Grundschullehrkräfte eher vorstellen, Daten aus digitalen Lernplattformen zu nutzen, wenn sie bisher schon digitale Medien in ihrem Unterricht verwendet haben. Auch dies unterstützt die zuvor herausgestellte Verzahnung der Nutzung der digitalen Lernplattform mit der Nutzung der Daten aus digitalen Lernplattformen.

In Ergänzung zu der Frage, warum Grundschullehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen nutzen (wollen) oder nicht, kann mit der sich anschließenden vertiefenden Interview- und Einzelfallstudie (vgl. Kapitel 4.3) ein Einblick gegeben werden, wie die Nutzung von Grundschullehrkräften gestaltet wird. Die Studien greifen den Bedarf an qualitativen Studien, die sich dem Umgang von Lehrkräften mit digitalen Daten annehmen, auf (u. a. Hebbecke et al., 2022; Scheiter, 2021; Schildkamp, 2019; Schmid et al., 2022; Van Leeuwen et al., 2021). Für die Analyse aller gewonnenen Daten wird das Modell zu den Schritten einer idealtypischen unterrichtlichen Datennutzung von Mandinach und Gummer (2016) (vgl. Abbildung 1) herangezogen. Die sich im systematischen Review angedeutete umfassende Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen kann im Rahmen der Interview- und Einzelfallstudie nicht für alle Lehrkräfte repliziert werden. Damit werden bisherige Forschungserkenntnisse bestätigt, dass die Verfügbarkeit von Daten nicht immer zu einer umfassenden Nutzung führt (u. a. Hebbecke et al., 2022; Prenger & Schildkamp, 2018; Van Leeuwen et al., 2021). Dass keine der Grundschullehrkräfte alle Schritte durchläuft, kann potentiell auf noch unzureichendes Wissen und Fähigkeiten (Data Literacy) der Lehrkräfte hinweisen. Die Vermutung kann mit den Ergebnissen der Fragebogenstudie gestützt werden, in welcher sich die Selbstwirksamkeit – welcher einer selbsteingeschätzten Kompetenz Nahe kommt – als wichtigster Prädiktor für die Vorhersage der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen erweist. Auch in anderen Studien wird die Bedeutsamkeit von Data Literacy für die Nutzung von Daten unterstrichen (u. a. Cui & Zhang, 2022; Datnow & Hubbard, 2016; Michos et al., 2023; Van Leeuwen et al., 2021). Ebenso verweisen Studien darauf, dass Lehrkräften insbesondere die Interpretation der Daten sowie die daraus folgende Ableitung instruktorischer Maßnahmen schwerfällt (u. a. Eysink & Schildkamp, 2021; Hebbecke et al., 2022; Kippers, Wolterinck, et al., 2018; Mandinach & Schildkamp, 2021; Van Leeuwen et al., 2021), was sich auch in der vorliegenden Interview- und Einzelfallstudie dadurch zeigt, dass nicht mehr alle Lehrkräfte diese Schritte durchführen. Eine abschließende Evaluation der

Maßnahmen sowie ein erneutes Durchlaufen der Schritte einer idealtypischen unterrichtlichen Datennutzung kann nicht berichtet werden. Es ist hier darauf hinzuweisen, dass auch wenn Schritte einer idealtypischen unterrichtlichen Datennutzung nicht explizit von den Lehrkräften benannt wurden, sie diese möglicherweise doch unbewusst umgesetzt haben könnten. Jedoch können in die Analyse nur von den Lehrkräften benannte oder im Unterricht beobachtete Erkenntnisse einbezogen werden. Es scheint für einige der Grundschullehrkräfte nicht nur darum zu gehen, ob Übungsaufgaben absolviert werden, sondern auch, wie die Schüler:innen diese bewältigen, zum Beispiel welche Fehler sie machen, um daraufhin Maßnahmen der Differenzierung und Individualisierung abzuleiten. Dies deutet darauf hin, dass Lehrkräfte eine wiederkehrende Nutzung anstreben und bestätigt den gesehenen Mehrwert der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen für eine adaptive Unterrichtsgestaltung (u. a. Bieber & Gerick, 2022; Schaumburg, 2021; Schmid et al., 2022; Xie et al., 2019).

Alle Teilstudien zusammenfassend ist hinsichtlich der Beantwortung der übergreifenden Forschungsfrage festzuhalten, dass für Lehrkräfte die Gestaltung eines adaptiven Unterrichtes mit der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen im Zusammenhang stehen. Auch wenn bereits eine Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen sichtbar wird, kann für den deutschsprachigen Raum noch nicht von einer umfassenden Nutzung gesprochen werden. Die Gestaltung der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen scheint international weitaus umfassender zu sein, wie sich im Vergleich der Erkenntnisse des systematischen Reviews und der qualitativen Teilstudie zeigt. Dass Grundschullehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen zu Zwecken der Individualisierung nutzen, hängt dabei maßgeblich von ihrer Überzeugung ab, dass sie fähig sind, diese nutzen zu können. Dahingegen beeinflusst eine positive Einstellung gegenüber Daten aus digitalen Lernplattformen vor allem die Intention zur Nutzung dieser.

5.2 Stärken und Limitationen der Dissertation

Die übergreifende Forschungsfrage, wie (Grundschul-)Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen, kann mit der Kombination quantitativer und qualitativer Methoden im Sinne einer Methodentriangulation mehrperspektivisch betrachtet werden. Dabei sind die drei durchgeführten Studien aufeinander aufbauend: Zunächst gibt das systematische Review Einblick in den aktuellen Forschungsstand zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen und trägt zusammen, welche digitale Lernplattformen und welche Art von Daten herangezogen werden sowie zu welchen Zwecken diese genutzt und welche instruktionale Maßnahmen hieraus abgeleitet werden. Aufgrund der bislang nur internationalen, überwiegend explorativen Studienlage schließt die darauffolgende Fragebogenstudie an ein daraus abgeleitetes Forschungsdesiderat an und gibt Aufschluss über die

Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen zu Zwecken der Individualisierung von Grundschullehrkräften in Deutschland. Des Weiteren werden auf Basis der etablierten Theorie des geplanten Verhaltens Erkenntnisse gewonnen, welche Faktoren die Intention zur Nutzung und die tatsächliche Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen vorhersagen können. Die Erkenntnisse der Fragebogenstudie vertiefend und um Aufschluss darüber geben zu können, wie die Nutzung von Grundschullehrkräften gestaltet wird, bieten Interviews, Beobachtungen und Lautes Denken vertiefende Einblicke in das Unterrichtsgeschehen und dienen zur Illustration aller gewonnenen Erkenntnisse.

Obgleich die vorliegende Dissertation bedeutsame Erkenntnisse zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen liefert, müssen bestimmte Einschränkungen der Arbeit hervorgehoben werden. Die spezifischen Limitationen der einzelnen Studien werden in den dazugehörigen Artikeln im Anhang erörtert; hier werden insbesondere die übergeordneten Limitationen der gesamten Dissertation beleuchtet. Ein zentraler Punkt betrifft die Repräsentativität der Dissertation. Im systematischen Review, welcher die erste Studie dieser Dissertation darstellt, dominieren aufgrund der angewandten Inklusions- und Exklusionskriterien qualitative, explorative Studien. Diese können aufgrund ihrer Forschungsdesigns und Stichprobengrößen nicht als repräsentativ angesehen werden. Die Problematik der qualitativ, explorativ ausgerichteten Studie zeigt sich auch in der dritten Studie dieser Dissertation. Aufgrund der kleinen Stichprobengröße werden die Ergebnisse als nicht generalisierbar angesehen. Auch wenn in der zweiten Studie, der Fragebogenstudie, eine größere – in einer vorherigen Stichprobenkalkulation als ausreichend groß ermittelte – Stichprobe vorliegt, ist auch hier die Repräsentativität zu limitieren. Durch die Stichprobenauswahl kann ein Self Selection Bias in der Fragebogenstudie sowie in der daraus resultierenden Interview- und Einzelfallstudie vorliegen. Die Grundschullehrkräfte entschieden sich eigenständig zur Teilnahme an den Studien. Es ist davon auszugehen, dass mehr digital-affine Lehrkräfte die Online-Umfrage erreichte und sie zur Teilnahme motivierte als digital-averse Lehrkräfte. Die Angabe der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen ist möglicherweise höher als für die Grundgesamtheit aller Grundschullehrkräfte in Deutschland gelten würde.

Zusätzlich zur bereits erwähnten Einschränkung hinsichtlich der Repräsentativität ist anzuführen, dass die Funktionalität der Lernplattformen inklusive der Dashboards in den Analysen der Studien nur marginal berücksichtigt wurde. Es fand im Vorfeld keine spezifische Auswahl einer bestimmten digitalen Lernplattform statt, sodass bisher von den Lehrkräften genutzte Lernplattformen betrachtet wurden. Allerdings wäre durchaus denkbar, dass sich die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen unterscheidet, je nach dem, welche Daten und in welcher Aufbereitung sowie Gestaltung sie Lehrkräften zur Verfügung gestellt werden. Eine Vergleichbarkeit der Lehrkräfte aufgrund möglicher Unterschiede der

digitalen Lernplattformen ist somit erschwert und die geringe Beachtung der Funktionalität der digitalen Lernplattformen beziehungsweise Dashboards als Einschränkung der Dissertation zu erwähnen.

Mit den Studien der Dissertation wurde durch das querschnittliche Studiendesign – auch die Einzelfallstudie ist hier aufgrund ihres geringen Umfangs noch nicht als längsschnittlich einzuordnen – eine Momentaufnahme zu der Frage, wie (Grundschul-)Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen nutzen, geschaffen. Daraus ergibt sich die Limitation, dass aus der Erfassung der Nutzung und der die Nutzung begünstigenden Faktoren keine Kausalitäten ableitbar sind, wie es bei einer längsschnittlichen Untersuchung möglich wäre. Ausgehend hiervon sind im folgenden Kapitel Überlegungen für die Gestaltung weiterer Studien abzuleiten.

5.3 Implikationen für die Bildungsforschung

Aus den durch diese Dissertation gewonnenen Erkenntnissen, aber auch durch die dargestellten Limitationen lassen sich Empfehlungen für die zukünftige Bildungsforschung ableiten. Da sich die Dissertation in der Bildungswissenschaft verortet, wurde in keiner der Studien ein Fokus auf die unterrichteten Fächer und Inhalte gelegt. Dennoch könnte es für nachfolgende Forschungsarbeiten von Interesse sein, einen fachspezifischen Fokus einzubeziehen. Dabei ließe sich an alle Teilstudien der Dissertation anknüpfen. Beispielsweise ließen sich die Studien des systematischen Reviews weitergehend mit einem Fokus auf durch die Fächer entstehende Varianz analysieren oder auch in der Fragebogenstudie eine Gruppenunterscheidung je nach Fächern vornehmen. Dabei kann ergründet werden, ob die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen in einigen Fächern besser umsetzbar ist als in anderen. Problematisch ist hierbei jedoch, dass die befragten Grundschullehrkräfte eine Vielzahl an unterrichteten Fächern – wie es in der Grundschule üblich ist – angaben, sodass sich die Nutzung der Daten aus digitalen Lernplattformen keinem spezifischen Fach zuordnen lässt. Bei zukünftigen querschnittlichen Fragebogenstudien könnten Lehrkräfte gebeten werden, sich bei der Beantwortung der Fragen auf die Nutzung in einem spezifischen Fach zu fokussieren.

Darüber hinaus könnte die mit Grundschullehrkräften durchgeführte Fragebogenstudie mit Lehrkräften der Sekundarstufe I und II aus Deutschland repliziert werden, womit einem weiteren Forschungsdesiderat, das sich aus den Erkenntnissen des systematischen Reviews zeigt, begegnet werden würde. Auch in weiterführenden Schulen nimmt die Heterogenität der Schüler:innen zu, sodass Potentiale der Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen ebenso wirksam sein könnten. Mit einem Fokus auf die Sekundarstufe I und II kann herausgefunden werden, ob sich die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen zur Grundschule unterscheidet, Lehrkräfte vor anderen Herausforderungen stehen und demnach unterschiedlich unterstützt werden müssen.

Die selbsterfasste Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattform könnte ergänzt werden, indem die tatsächliche Nutzung zum Beispiel mit Log-Daten erfasst wird. Somit könnten unterschiedliche Definitionen einer Nutzung vermieden werden. Neben der erhobenen Selbstwirksamkeit – die Aussage über die Überzeugung von Lehrkräften, dass sie über die nötigen Kompetenzen zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen verfügen, bietet – könnte auch eine Messung von Kompetenzen von Lehrkräften zu einem weiteren Erkenntnisgewinn beitragen. Jedoch ist empirisch zu überprüfen, welche Kompetenzen Lehrkräfte für die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen benötigen. Grundlegend ist die theoretische Annahme, dass das Konstrukt der Data Literacy hinsichtlich der Anwendung im Kontext digitaler Lernplattformen erweitert werden müsste, beispielsweise zu Digital Data Literacy (Cui & Zhang, 2022; Hase et al., 2023; Michos et al., 2023).

Auch wenn im Rahmen dieser Dissertation immer wieder vom Potential von Daten aus digitalen Lernplattformen für eine adaptive Unterrichtsgestaltung gesprochen wurde, kann mit dieser Dissertation keine Aussage zur Wirksamkeit der Datennutzung auf die Lernleistung und Unterrichtsqualität getroffen werden. Die Wirksamkeit von Daten aus digitalen Lernplattformen könnte in zukünftigen Forschungsvorhaben, zum Beispiel mit längsschnittlichen Interventionsstudien, adressiert werden.

Ausgehend von fehlenden Angaben in den Studien des systematischen Reviews sowie der qualitativen Teilstudie dieser Dissertation und der Limitation der genutzten digitalen Lernplattformen wäre es von Interesse, zukünftig den Einfluss der Funktionen von Dashboards einzubeziehen. Die Dashboards für Lehrkräfte von digitalen Lernplattformen können unterschiedlich gestaltet und mit verschiedenen Funktionen ausgestattet sein. So kann es möglich sein, dass Lehrkräfte aufgrund der beschränkten Funktionsmöglichkeiten ihres Dashboards eine weniger umfassende Nutzung als Lehrkräfte mit anderen Dashboards aufweisen. Daher gilt es das Design und die Funktionalität von Dashboards genauer zu analysieren und darauf aufbauend die Nutzung unterschiedlicher Dashboards beispielsweise mit einem experimentellen Design variierend zu untersuchen. Hierbei ist eine größere Stichprobe anzustreben, sodass die Ergebnisse generalisierbar sind.

5.4 Implikationen für die Lehrkräftebildung und Bildungspraxis

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation zeigt sich, dass die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen im deutschsprachigen Forschungsraum weniger stark verbreitet ist, als im internationalen Vergleich. Gleichzeitig ergeben sich aus einer Nutzung aber Potentiale für eine adaptive Unterrichtsgestaltung, welche für einen guten Unterricht als bedeutsam gilt. Deshalb ist eine stärkere Nutzung von digitalen Lernplattformen sowie der daraus resultierenden Daten anzustreben, woraus sich Empfehlungen für die Lehrkräftebildung und Bildungspraxis ergeben.

Um Grundschullehrkräfte darin zu bestärken, Daten aus digitalen Lernplattformen nutzen zu wollen, ist es für die Lehrkräftebildung von Relevanz, eine positive Einstellung gegenüber Daten aus digitalen Lernplattformen zu befördern. Hierzu ist es sinnvoll, Lehramtsstudierenden die Potentiale der Nutzung aufzuzeigen, wie beispielsweise mehr Informationen zu Schüler:innen zu erhalten und dies als Grundlage zur Individualisierung und Differenzierung zu nutzen. Darüber hinaus ist die Selbstwirksamkeit von Lehrkräften hinsichtlich ihrer Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen zu bestärken. Lehrkräfte sollten dafür im Erwerb von Wissen und Fähigkeiten unterstützt werden, sodass sie Daten aus digitalen Lernplattformen vollumfänglich nutzen können. Dafür sind bereits in der hochschulischen Lehrkräfteausbildung Möglichkeiten zum Erwerb von Data Literacy in Bezug zur Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen zu schaffen, die es dann in der zweiten Phase der Lehramtsausbildung und in Lehrkräfteweiterbildungen in der dritten Phase zu vertiefen gilt. Bei der Vermittlung ist auf eine Verzahnung von Theorie und Praxis zu achten, sodass Grundschullehrkräfte die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen nicht nur theoretisch erarbeiten, sondern auch in einen schulischen Kontext setzen und bestenfalls anwenden können. Die Förderung von Data Literacy von Lehrkräften ist auch dahingehend von Relevanz, dass Lehrkräfte wiederum ihre Schüler:innen zu einem reflektierten Umgang mit digitalen Daten befähigen und so zu ihrer Teilhabe am gesellschaftlichen Leben beitragen können.

Dass auch die bisherige Nutzung digitaler Medien einflussnehmend auf die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen ist, unterstreicht die Bedeutsamkeit, bereits frühzeitig die Möglichkeit zum Ausprobieren von digitalen Lernplattformen und deren Dashboards zu schaffen. Für die schulische Praxis ist zu betonen, dass eine umfassende Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen als zirkulärer Prozess verläuft, wie es von Mandinach und Gummer (2016) mit einer idealtypischen unterrichtlichen Datennutzung angedacht wurde. Wenn Lehrkräfte digitale Lernplattformen als festen Bestandteil zum Üben in ihren Unterricht integrieren, erhalten sie fortlaufend Daten zu den Lernständen ihrer Schüler:innen. Mit den aus den Daten gewonnenen Informationen können sie ihren Unterricht immer wieder an die aktuellen Lernbedürfnisse anpassen, wodurch ihnen eine Adressierung der Heterogenität ihrer Lernenden gelingen kann. So können aus Daten wahrlich Taten folgen, die zur Gestaltung eines guten Unterrichts führen können.

Literaturverzeichnis

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Aleven, V., Xhakaj, F., Holstein, K., & McLaren, B. M. (2016). Developing a teacher dashboard for use with intelligent tutoring systems. In R. Vatraru, M. Kickmeier-Rust, B. Ginon & S. Bull (Hrsg.), *Proceedings of the Fourth International Workshop on Teaching Analytics, in Conjunction with EC-TEL 2016* (S. 15–23). Aachen: CEUR. https://ceur-ws.org/Vol-1738/IWTA_2016_paper4.pdf (abgerufen am 09.10.2023).
- Altenrath, M., Hofhues, S., & Lange, J. (2021). Optimierung, Evidenzbasierung, Datafizierung. Systematisches Review zum Verhältnis von Daten und Schulentwicklung im internationalen Diskurs. *MedienPädagogik*, 44(Datengetriebene Schule), 92–116. <https://doi.org/10.21240/mpaed/44/2021.10.30.X>
- Anderson, S., Jungjohann, J., & Gebhardt, M. (2020). Effects of using curriculum-based measurement (CBM) for progress monitoring in reading and an additive reading instruction in second classes. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 13, 151–166. <https://doi.org/10.1007/s42278-019-00072-5>
- Backfisch, I., Lachner, A., Hische, C., Loose, F., & Scheiter, K. (2020). Professional Knowledge or Motivation? Investigating the Role of Teachers' Expertise on the Quality of Technology-Enhanced Lesson Plans. *Learning and Instruction*, 66, 1–37. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101300>
- Baumgartner, P., & Payr, S. (1999). *Lernen mit Software*. Innsbruck, Wien, München: Studien-Verlag.
- Beck, J. S., Morgan, J. J., Brown, N., Whitesides, H., & Riddle, D. R. (2019). "Asking, Learning, Seeking Out": An Exploration of Data Literacy for Teaching. *The Educational Forum*, 84(2), 150–165. <https://doi.org/10.1080/00131725.2020.1674438>
- Becker, M., Krein, U., & Schiefner-Rohs, M. (2021). «... dass man denen auch mal 'nen Spiegel vorhalten kann» Metaphern im Diskurs um Daten (in) der Schule. *MedienPädagogik*, 44(Datengetriebene Schule), 73–91. <https://doi.org/10.21240/mpaed/44/2021.10.29.X>
- Berger, S., & Moser, U. (2020). Adaptives Lernen und Testen. *journal für LehrerInnenbildung*, 20(1), 42–52. https://doi.org/10.35468/jlb-01-2020_03
- Berntheisel, S., Chammon, J., Dehmel, S., Eickelmann, B., Erdmann, M., Fischer, M., Fraser, G., Hemkes, B., Ifenthaler, D., Kerres, M., Köller, O., Krefting, D., Krupka, D., Macgilchrist, F., Marose, L., Netz, G., Rampelt, F., Schiefner-Rohs, M., Schmidt, T. ..., & Wolter, I. (2023). *Impulse zur Förderung von Datenkompetenzen und Datenkultur. Handlungsempfehlungen aus dem Beteiligungsprozess „Roadmap*

Datenkompetenzen und Datenkultur“. Berlin: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. https://www.bildungsforschung.digital/digitalezukunft/de/wissen/Datenkompetenzen/roadmap_datenkompentenz_ordner/impuls_papier_roadmap_datenkompentenz.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (abgerufen am 16.10.2023).

Bez, S., Poindl, S., Bohl, T., & Merk, S. (2020). Wie werden Rückmeldungen von Vergleichsarbeiten rezipiert? *Zeitschrift für Pädagogik*, 67(4), 551–572. <https://doi.org/10.3262/ZP2104551>

Bez, S., Tomasik, M. J., & Merk, S. (2023). Data-based decision making in einer digitalen Welt: Data Literacy von Lehrpersonen als notwendige Voraussetzung. In K. Scheiter & I. Gogolin (Hrsg.), *Bildung für eine digitale Zukunft* (S. 339–362). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_14

Bieber, G., & Gerick, J. (2022). Editorial zum Schwerpunktthema: Individuelle Förderung und Digitalität. *DDS – Die Deutsche Schule*, 114(3), 245–249. <https://doi.org/10.31244/dds.2022.03.01>

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy, and Practice*, 5(1), 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>

Blumenthal, S., Blumenthal, Y., Lembke, E. S., Powell, S. R., Schultze-Petzold, P., & Thomas, E. R. (2021). Educator Perspectives on Data-Based Decision Making in Germany and the United States. *Journal of Learning Disabilities*, 54(4), 284–299. <https://doi.org/10.1177/0022219420986120>

Boesdorfer, S. B., Del Carlo, D. I., & Wayson, J. (2022). Secondary Science Teachers' Definition and Use of Data in Their Teaching Practice. *Research in Science Education*, 52, 159–171. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09936-8>

Böhme, R., Munser-Kiefer, M., & Prestridge, S. (2020). Lernunterstützung mit digitalen Medien in der Grundschule. Theorie und Empirie zur Wirkweise zentraler Funktionen und Gestaltungsmerkmale. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 13, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42278-019-00066-3>

Bolhuis, E. D., Schildkamp, K., & Voogt, J. M. (2016). Improving teacher education in the Netherlands: data team as learning team? *European Journal of Teacher education*, 39(3), 320–339. <https://doi.org/10.1080/02619768.2016.1171313>

Boschner, S., & Blumenthal, S. (2022). Data-based Decision Making. Theoretisches Verständnis und Anwendungen im Schulsystem. In M. Gebhardt, D. Scheer & M. Schurig (Hrsg.), *Handbuch der sonderpädagogischen Diagnostik. Grundlagen und Konzepte der Statusdiagnostik, Prozessdiagnostik und Förderplanung* (S. 43–52). Regensburg: Universitätsbibliothek. <https://doi.org/10.5283/epub.53149>

- Böttger, T. (2023). Inklusion in der Digitalität. Herausforderungen und Lösungsansätze. In T. Irion, M. Peschel & D. Schmeinck (Hrsg.), *Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele* (S. 157–174). Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V. <https://doi.org/10.25656/01:25820>
- boyd, d., & Crawford, K. (2012). Critical Questions for Big Data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information, Communication & Society*, 15(5), 662–679. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.678878>
- Brägger, G., & Koch, F. (2022). Potenziale von Lern- und Arbeitsplattformen für die Unterrichtsentwicklung. In G. Brägger & H.-G. Rolf (Hrsg.), *Handbuch. Lernen mit digitalen Medien* (S. 130–164). Weinheim, Basel: Beltz.
- Breiter, A., & Bock, A. (2023). Datafizierte Gesellschaft | Bildung | Schule. In A. Bock, A. Breiter, S. Hartong, J. Jarke, S. Jornitz, A. Lange & F. Macgilchrist (Hrsg.), *Die datafizierte Schule* (S. 1–35). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-38651-1_1
- Breiter, A., & Light, D. (2006). Data for school improvement: Factors for designing effective information systems to support decision-making in schools. *Educational Technology & Society*, 9(3), 206–217.
- Brinkmann, M. (2012). *Pädagogische Übung. Praxis und Theorie einer elementaren Lernform*. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Cui, Y., & Zhang, H. (2022). Integrating teacher data literacy with TPACK: A self-report study based on a novel framework for teachers' professional development. *Frontiers in Psychology*, 13, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.966575>
- Daniela, L., & Rüdolf, A. (2019). Learning Platforms: How to Make the Right Choice. In L. Daniela (Hrsg.), *Didactics of Smart Pedagogy. Smart Pedagogy for Technology Enhanced Learning* (S. 191–209). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01551-0_10
- Datnow, A., & Hubbard, L. (2016). Teacher capacity for and beliefs about data-driven decision making: A literature review of international research. *Journal of Educational Change*, 17, 7–28. <https://doi.org/10.1007/s10833-015-9264-2>
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. *Ubiquity*, 2000(08), Artikel 6. <https://doi.org/10.1145/347634.348775>
- De Florio-Hansen, I. (2020). *Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und Robotik*. Münster, New York: Waxmann.

- Demski, D., & Racherbäumer, K. (2017). What data do practitioners use and why? Evidence from Germany comparing schools in different contexts. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy*, 3(1), 82–94. <https://doi.org/10.1080/20020317.2017.1320934>
- Denzin, N. K. (1978). *The Research Act. A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Drossel, K., Eickelmann, B., Schaumburg, H., & Labusch, A. (2019). Nutzung digitaler Medien und Prädiktoren aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 205–240). Waxmann: Münster. <https://doi.org/10.25656/01:18325>
- Dumont, H. (2018). Neuer Schlauch für alten Wein? Eine konzeptuelle Betrachtung von individueller Förderung im Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22, 249–277. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0840-0>
- Ebner, M., & Ebner, M. (2018). Learning Analytics an Schulen – Hintergrund und Beispiele. *Medienimpulse*, 56(1), 1–28.
- Eder, S., Mikat, C., & Tillmann, A. (2017). *Software takes command. Herausforderungen der „Datafizierung“ für die Medienpädagogik in Theorie und Praxis*. München: kopaed.
- Eickelmann, B., Bos, W., & Labusch, A. (2019). Die Studie ICILS im Überblick – Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 7–31). Waxmann: Münster. <https://doi.org/10.25656/01:18325>
- Eickelmann, B., & Drossel, K. (2020). Lehrer*innenbildung und Digitalisierung – Konzepte und Entwicklungsperspektiven. In I. van Ackeren, H. Bremer, F. Kessl, H. C. Koller, N. Pfaff, C. Rotter, D. Klein & U. Salaschek (Hrsg.), *Bewegungen. Beiträge zum 26. Kongress der Deutschen Gesellschaft für*

Erziehungswissenschaft (S. 349–362). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich.
<https://doi.org/10.25656/01:19253>

Eid, M., Gollwitzer, M., & Schmitt, M. (2017). *Statistik und Forschungsmethoden*. Weinheim, Basel: Beltz.

Ercan, H., Hartmann, U., Richter, D., Kuschel, J., & Gräsel, C. (2021). Effekte von integrativer Führung auf die Datennutzung von Lehrkräften. *DDS – Die Deutsche Schule*, 113(1), 85–100.
<https://doi.org/10.31244/dds.2021.01.08>

Eynon, R. (2013). The rise of Big Data: what does it mean for education, technology, and media research? *Learning, Media and Technology*, 38(3), 237–240. <https://doi.org/10.1080/17439884.2013.771783>

Eysink, T. H. S., & Schildkamp, K. (2021). A conceptual framework for Assessment-Informed Differentiation (AID) in the classroom. *Educational Research*, 63(3), 261–278.
<https://doi.org/10.1080/00131881.2021.1942118>

Faber, J. M., & Visscher, A. J. (2018). The effects of a digital formative assessment tool on spelling achievement: Results of a randomized experiment. *Computers & Education*, 122, 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.008>

Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68, 2449–2472.
<https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>

Flick, U. (2008). *Triangulation. Eine Einführung* (2. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Forsa (2021). *Das Deutsche Schulbarometer Spezial Corona-Krise: Folgebefragung Ergebnisse einer Befragung von Lehrerinnen und Lehrern an allgemeinbildenden Schulen im Auftrag der Robert Bosch Stiftung in Kooperation mit der ZEIT*. Berlin: forsa. <https://deutscheschulportal.de/content/uploads/2021/01/Deutsches-Schulbarometer-Folgebefragung.pdf> (abgerufen am 15.10.2023).

Gerick, J., & Eickelmann, B. (2022). Schule und Lernen angesichts der Digitalisierung. Konzepte und Befunde. In G. Brägger & H.-G. Rolff (Hrsg.), *Handbuch Lernen mit digitalen Medien* (S. 60–79). Weinheim: Beltz.

Greller, W., & Drachsler, H. (2012). Translating Learning into Numbers: A Generic Framework for Learning Analytics. *Educational Technology & Society*, 15(3), 42–57.

Grillenberger, A. (2018). *Von Datenmanagement zu Data Literacy: Informatikdidaktische Aufarbeitung des Gegenstandsbereichs Daten für den allgemeinbildenden Schulunterricht* [Dissertation]. Freie Universität Berlin.

Grillenberger, A. (2019). Warum Datenkompetenz bereits in der Schule wichtig ist. *Hochschulforum Digitalisierung*. <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/data-literacy-lehrerbildung> (abgerufen am 15.10.2023).

Hamilton, L., Halverson, R., Jackson, S. S., Mandinach, E., Supovitz, J. A., & Wayman, J. C. (2009). *Using student achievement data to support instructional decision making (NCEE 2009-4067)*. National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, United States Department of Education. https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/PracticeGuide/dddm_pg_092909.pdf (abgerufen am 15.09.2023).

Hancock, R., Knezek, G., & Christensen, R. (2003). The Expanded Will, Skill, Tool Model: A Step toward Developing Technology Tools That Work. In D. Lassner & C. McNaught (Hrsg.), *Proceedings of ED-MEDIA 2003--World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (S. 1415–1422). Honolulu, Hawaii: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/p/11137> (abgerufen am 27.09.2023).

Hansen, J., Rensing, C., Herrmann, O., & Drachsler, H. (2020). *Verhaltenskodex für Trusted Learning Analytics. Entwurf für die Hessischen Hochschulen*. Frankfurt am Main: Innovationsforum Trusted Learning Analytics. http://www.dipfdocs.de/volltexte/2020/18903/pdf/Hansen_Rensing_Herrmann_Drachsler_2020_Verhaltenskodex_Trusted_Learning_Analytics_A.pdf (abgerufen am 21.09.2023).

Hartong, S., & Nikolai, R. (2021). Warum es unabdingbar ist, Dateninfrastrukturen in der Bildungssteuerung stärker kritisch in den Blick zu nehmen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 67(3), 317–322.

Hase, A., Kahnbach, L., Kuhl, P., & Lehr, D. (2022). To use or not to use learning data: A survey study to explain German primary school teachers' usage of data from digital learning platforms for purposes of individualization. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.920498>

Hase, A., & Kuhl, P. (2024). Datengestützte Entscheidungsfindung trifft Digitalisierung – Einblicke in die prozesshafte unterrichtliche Nutzung digitaler Lerndaten von Grundschullehrkräften. *Zeitschrift für Bildungsforschung*. <https://doi.org/10.1007/s35834-024-00434-9>

- Hase, A., & Kuhl, P. (2024). Teachers' use of data from digital learning platforms for instructional design: a systematic review. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10356-y>
- Hase, A., Kuhl, P., & Greiner, F. (2023). Brauchen Lehrkräfte Digital Data Literacy? Eine theoretische Auseinandersetzung mit Kompetenzen zum Umgang mit Daten aus digitalen Lernplattformen zum individualisierten Üben. In M. Ahlers, M. Besser, C. Herzog & P. Kuhl (Hrsg.), *Digitales Lehren und Lernen im Fachunterricht. Aktuelle Entwicklungen, Gegenstände und Prozesse* (S. 115–132). Weinheim: Beltz. <https://doi.org/10.3262/978-3-7799-7093-4>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hebbecke, K., Förster, N., Forthmann, B., & Souvignier, E. (2022). Data-based decision-making in schools: Examining the process and effects of teacher support. *Journal of Educational Psychology*, 114(7), 1695–1721. <https://doi.org/10.1037/edu0000530>
- Heinen, R., & Kerres, M. (2015). *Individuelle Förderung mit digitalen Medien. Handlungsfelder für die systematische, lernförderliche Integration digitaler Medien in Schule und Unterricht*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Hill, P., & Barber, M. (2014). *Preparing for a Renaissance in Assessment*. London: Pearson. <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/PreparingforaRenaissanceinAssessment.pdf> (abgerufen am 26.06.2023).
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H., & Mavrikis, M. (2018). *Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien. Ein roter Faden*. Stuttgart: Robert Bosch Stiftung.
- Hoogland, I., Schildkamp, K., van der Kleij, F., Heitink, M., Kippers, W., Veldkamp, B., & Dijkstra, A. M. (2016). Prerequisites for data-based decision making in the classroom: Research evidence and practical illustrations. *Teaching and Teacher Education*, 60, 377–386. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.012>
- Ifenthaler, D., & Drachsler, H. (2020). Learning Analytics. Spezielle Forschungsmethoden in der Bildungstechnologie. In H. Niegemann & A. Weinberger (Hrsg.), *Handbuch Bildungstechnologie*.

Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen (S. 515–534). Berlin: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_42

Ifenthaler, D., & Widanapathirana, C. (2014). Development and Validation of a Learning Analytics Framework: Two Case Studies Using Support Vector Machines. *Technology, Knowledge and Learning*, 19, 221–240. <https://doi.org/10.1007/s10758-014-9226-4>

Ikemoto, G. S., & Marsh, J. A. (2007). Cutting through the data-driven mantra: Different conceptions of data-driven decision making. In P. A. Moss (Hrsg.), *Evidence and decision making* (S. 105–131). Malden, MA: Wiley-Blackwell.

Jarke, J., & Breiter, A. (2019). Editorial: the datafication of education. *Learning, Media and Technology*, 44(1), 1–6. <https://doi.org/10.1080/17439884.2019.1573833>

Jarke, J., & Breiter, A. (2021). Die Schule als digitale Bewertungsfiguration? Zur Soziomaterialität von Algorithmen und Daten. *MedienPädagogik*, 44(Datengetriebene Schule), 140–159. <https://doi.org/10.21240/mpaed/44/2021.11.01.X>

Jude, N., Ziehm, J., Goldhammer, F., Drachsler, H., & Hasselhorn, M. (2020). *Digitalisierung an Schulen – eine Bestandsaufnahme*. Frankfurt am Main: DIPF.

Jude, N., Ziehm-Eicher, J., Goldhammer, F., Drachsler, H., & Hasselhorn, M. (2023). Digitalisierung und Diagnostik in Schulen – Herausforderungen für Bildungspraxis und Bildungsforschung. In K. Scheiter & I. Gogolin (Hrsg.), *Bildung für eine digitale Zukunft* (S. 275–292). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_11

Jungeblut, J. (2022). Learning Analytics. Erfahrungen aus kalifornischen Schulen. In G. Brägger & H.-G. Rolf (Hrsg.), *Handbuch. Lernen mit digitalen Medien* (S. 457–472). Weinheim, Basel: Beltz.

Jungjohann, J., Anderson, S., Schurig, M., & Gebhardt, M. (2021). Adaptiven Unterricht mit und durch Lernverlaufsdiagnostik gestalten. In N. Böhme, B. Dreer, H. Hahn, S. Heinecke, G. Mannhaupt, & S. Tänzer (Hrsg.), *Mythen, Widersprüche und Gewissheiten der Grundschulforschung* (S. 329–335). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-31737-9_37

Kahnbach, L., Hase, A., Kuhl, P., & Lehr, D. (in Einreichung). Explaining primary school teachers' intention to use digital learning platforms for students' individualized practice: Comparison of the standard UTAUT and an extended model. *Frontiers in Education*.

- Keuning, T., Van Geel, M., & Visscher, A. (2017). Why a Data-Based Decision-Making Intervention Works in Some Schools and Not in Others. *Learning Disabilities Research & Practice*, 32(1), 32–45. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12124>
- Kingston, N., & Nash, B. (2011). Formative assessment: A meta-analysis and a call for research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30(4), 28–37. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2011.00220.x>
- Kippers, W. B., Poortman, C. L., Schildkamp, K., & Visscher, A. J. (2018). Data literacy: What do educators learn and struggle with during a data use intervention? *Studies in Educational Evaluation*, 56, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.11.001>
- Kippers, W. B., Wolterinck, C. H. D., Schildkamp, K., Poortman, C. L., & Visscher, A. J. (2018). Teachers' views on the use of assessment for learning and data-based decision making in classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 75, 199–213. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.06.015>
- KMK (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.
www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf (abgerufen am 12.09.2023).
- KMK (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt – Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz Bildung in der digitalen Welt*. www.kmk.org/de/dokumentation-statistik/beschluesse-und-veroeffentlichungen/bildung-in-der-digitalen-welt.html (abgerufen am 19.09.2023).
- Knezek, G., & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration: adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, 28(3), 307–325. <https://doi.org/10.1007/s12528-016-9120-2>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2017). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13–19. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Konrad, K. (2020). Lautes Denken. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Band 2: Designs und Verfahren* (2. Aufl.) (S. 373–393). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26887-9_41
- Krein, U., & Schiefner-Rohs, M. (2021). Data in Schools: (Changing) Practices and Blind Spots at a Glance. *Frontiers in Education*, 6, 1–13. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.672666>

- Kruse, S., & Dederig, K. (2017). The idea of inclusion: Conceptual and empirical diversities in Germany. *Improving Schools*, 21(1), 19–31. <https://doi.org/10.1177/1365480217707835>
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42–78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>
- Lai, M. K., & Schildkamp, K. (2013). Data-based Decision Making: An Overview. In K. Schildkamp, M. K. Lai & L. Earl (Hrsg.), *Data-based Decision Making in Education (Studies in Educational Leadership 17)* (S. 9–21). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4816-3_2
- Lamnek, S., & C. Krell (2016). *Qualitative Sozialforschung* (6. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Lin, R., Yang, J., Jiang, F., & Li, J. (2023). Does teacher's data literacy and digital teaching competence influence empowering students in the classroom? Evidence from China. *Education and Information Technologies*, 28, 2845–2867. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11274-3>
- Lorenz, R. (2018). Ressourcen, Einstellungen und Lehrkraftbildung im Bereich Digitalisierung. In N. McElvany, F. Schwabe, W. Bos & H. G. Holtappels (Hrsg.), *Digitalisierung in der schulischen Bildung. Chancen und Herausforderungen* (S. 53–67). Münster: Waxmann.
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent Tutoring Systems and Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901–918. <http://dx.doi.org/10.1037/a0037123>
- Macgilchrist, F., Hartong, S., & Jornitz, S. (2023). Algorithmische Datafizierung und Schule: Kritische Ansätze in einem wachsenden Forschungsfeld. In K. Scheiter & I. Gogolin (Hrsg.), *Bildung für eine digitale Zukunft* (S. 317–338). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_13
- Mandinach, E. B. (2012). A Perfect Time for Data Use: Using Data-Driven Decision Making to Inform Practice. *Educational Psychology*, 47(2), 71–85. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.667064>
- Mandinach, E. B., & Abrams, L. M. (2022). Data Literacy and Learning Analytics. In C. Lang, G. Siemens, A. F. Wise, D. Gašević & A. Merceron (Hrsg.), *Handbook of Learning Analytics* (2. Aufl.) (S. 196–204). Vancouver, BC: SoLAR. <https://doi.org/10.18608/hla22.019>
- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2013). A Systemic View of Implementing Data Literacy in Educator Preparation. *Educational Researcher*, 42(1), 30–37. <https://doi.org/10.3102/0013189X12459803>

- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2016). What does it mean for teachers to be data literate: Laying out the skills, knowledge, and dispositions. *Teaching and Teacher Education*, 60, 366–376. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.011>
- Mandinach, E. B., & Jackson, S. S. (2012). *Transforming teaching and learning through data-driven decision making*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Mandinach, E. B., & Schildkamp, K. (2021). Misconceptions about data-based decision making in education: An exploration of the literature. *Studies in Educational Evaluation*, 69, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100842>
- Marsh, J. A. (2012). Interventions promoting educators' use of data: Research insights and gaps. *Teachers College Record*, 114(11), 1–47. <https://doi.org/10.1177/016146811211401106>
- Mayer, B., & Jornitz, S. (2022). Das schulische Üben mit digitalen Medien – und was das für den Unterricht bedeutet. *ZISU*, 11, 49–65. <https://doi.org/10.3224/zisu.v11i1.04>
- Merk, S., Poindl, S., Wurster, S., & Bohl, T. (2020). Fostering aspects of pre-service teachers' data literacy: Results of a randomized controlled trial. *Teaching and Teacher Education*, 91, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103043>
- Michos, K., Schmitz, M.-L., & Petko, D. (2023). Teachers' data literacy for learning analytics: a central predictor for digital data use in upper secondary schools. *Education and Information Technologies*, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11772-y>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Molenaar, I., & Knoop-van Campen, C. A. N. (2017). Teacher Dashboards in Practice: Usage and Impact. In É. Lavoué, H. Drachler, K. Verbert, J. Broisin & M. Pérez-Sanagustín (Hrsg.), *Data Driven Approaches in Digital Education* (S. 125–138). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66610-5_10
- Molenaar, I., & Knoop-van Campen, C. A. N. (2019). How teachers make dashboard information actionable. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 347–355. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2851585>

- Molenaar, I., & van Schaik, A. (2017). A Methodology to Investigate the Usage of Educational Technologies on Tablets in Schools. In J. Bastian & S. Aufenanger (Hrsg.), *Tablets in Schule und Unterricht. Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien* (S. 87–116). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13809-7_5
- Mougiakou, S., Vinatsella, D., Sampson, D., Papamitsiou, Z., Giannakos, M., & Ifenthaler, D. (2023). *Educational Data Analytics for Teachers and School Leaders*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-15266-5>
- Newman, M., & Gough, D. (2020). Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. In O. Zawacki-Richter, M. Kerres, S. Bedenlier, M. Bond & K. Buntins (Hrsg.), *Systematic Reviews in Educational Research. Methodology, Perspectives and Application* (S. 3–22). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7_1
- Nguyen, L. A. T., & Habók, A. (2023). Tools for assessing teacher digital literacy: a review. *Journal of Computers in Education*, 1–42. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00257-5>
- Park, Y., & Jo, I.-H. (2019). Factors that affect the success of learning analytics dashboards. *Educational Technology Research and Development*, 67, 1547–1571. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09693-0>
- Petko, D. (2010). Lernplattformen, E-Learning und Blended Learning in Schulen. In D. Petko (Hrsg.), *Lernplattformen in Schulen. Ansätze für E-Learning und Blended Learning in Präsenzklassen* (S. 9–27). Wiesbaden: Springer VS.
- Petko, D. (2012). Hemmende und förderliche Faktoren des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht: Empirische Befunde und forschungsmethodische Probleme. In R. Schulz-Zander, B. Eickelmann, H. Moser, H. Niesyto & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 9* (S. 29–50). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94219-3_3
- Petko, D. (2014). *Einführung in die Mediendidaktik. Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. Weinheim: Beltz.
- Pierce, R., Chick, H., & Gordon, I. (2013). Teachers' perceptions of the factors influencing their engagement with statistical reports on student achievement data. *Australian Journal of Education*, 57(3), 237–255. <https://doi.org/10.1177/0004944113496176>
- Prenger, R., & Schildkamp, K. (2018). Data-based decision making for teacher and student learning: a psychological perspective on the role of the teacher. *Educational Psychology*, 38(6), 734–752. <https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1426834>

- Pukrop, J., & Breiter, A. (2018). Der Einfluss der Datenkompetenz von Lehrkräften auf deren Akzeptanz von Vergleichsarbeiten und Potenziale interaktiver Rückmeldesysteme. *Communicative Figurations Working Paper Series*, 11, 1–19. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-00106474-14> (abgerufen am 23.10.2023).
- Redecker, C., & Punie, Y. (2019). *Europäischer Rahmen für die digitale Kompetenz Lehrender. DigCompEdu*. Übersetzung des Goethe-Institut e. V. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/system/files/2019-09/digcompedu_german_final.pdf (abgerufen am 12.09.2023).
- Reinhold, F., Hoch, S., Werner, B., Richter-Gebert, J., & Reiss, K. (2020). Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students? *Learning and Instruction*, 65, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101264>
- Ridsdale, C., Rothwell, J., Smit, M., Ali-Hassan, H., Bliemel, M., Irvine, D., Kelley, D. E., Matwin, S. S., & Wuetherick, B. (2015). *Strategies and Best Practices for Data Literacy Education: Knowledge Synthesis Report*. Nova Scotia, Kanada: Dalhousie University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1922.5044>
- Ruble, L. A., McGrew, J. H., Wong, W. H., & Missall, K. N. (2018). Special Education Teachers' Perceptions and Intentions Toward Data Collection. *Journal of Early Intervention*, 40(2), 177–191. <https://doi.org/10.1177/1053815118771391>
- Saar, M., Prieto, L. P., & Rodríguez-Triana, M. J. (2022). Classroom data collection for teachers' data-informed practice. *Technology, Pedagogy and Education*, 31(1), 123–140. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2021.1989024>
- Sampson, D., Papamitsiou, Z., Ifenthaler, D., Giannakos, M., Mougiakou, S., & Vinatsella, D. (2022). *Educational Data Literacy*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-11705-3>
- Schaumburg, H. (2021). Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien als Herausforderung für die Schulentwicklung. *Medienpädagogik*, 41(Inklusive digitale Bildung), 134–166. <https://doi.org/10.21240/mpaed/41/2021.02.24.X>
- Schaumburg, H. (2022a). Individuelle Förderung mit digitalen Medien. *DDS – Die Deutsche Schule*, 114(3), 250–262. <https://doi.org/10.31244/dds.2022.03.02>
- Schaumburg, H. (2022b). Personalisierung mit digitalen Medien. In G. Brägger & H.-G. Rolff (Hrsg.), *Handbuch. Lernen mit digitalen Medien* (S. 384–401). Weinheim, Basel: Beltz.
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24, 1039–1060. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01047-y>

Schelling, N., & Rubenstein, L. D. (2021). Elementary teachers' perceptions of data-driven decision-making. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 33, 317–344. <https://doi.org/10.1007/s11092-021-09356-w>

Schildkamp, K. (2019). Data-based decision-making for school improvement: Research insights and gaps. *Educational Research*, 61(3), 257–273. <https://doi.org/10.1080/00131881.2019.1625716>

Schildkamp, K., & Kuiper, W. (2010). Data-informed curriculum reform. Which data, what purposes, and promoting and hindering factors. *Teaching and Teacher Education*, 26, 482–496. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.06.007>

Schildkamp, K., Poortman, C., Luyten, H., & Ebbeler, J. (2017). Factors promoting and hindering data-based decision making in schools. *School Effectiveness and School Improvement*, 28(2), 242–258. <https://doi.org/10.1080/09243453.2016.1256901>

Schmid, U., Goertz, L., & Behrens, J. (2017). *Monitor Digitale Bildung. Die Schulen im digitalen Zeitalter*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2017041>

Schmid, R., Pauli, C., & Petko, D. (2022). Examining the use of digital technology in schools with a school-wide approach to personalized learning. *Educational Technology Research and Development*, 71, 367–390. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10167-z>

Schratz, M., Wiesner, C., Rößler, L., Schildkamp, K., George, A. C., Hofbauer, C., & Pant, H. A. (2019). Möglichkeiten und Grenzen evidenzorientierter Schulentwicklung. In S. Breit, F. Eder, K. Krainer, C. Schreiner, A. Seel & C. Spiel (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2018. Band 2: Fokussierte Analysen und Zukunftsperspektiven für das Bildungswesen* (S. 403–454). Graz: Leykam. <http://doi.org/10.17888/nbb2018-2-10>

Schüller, K., & Busch, P. (2019). *Data Literacy: Ein Systematic Review zu Begriffsdefinition, Kompetenzrahmen und Testinstrumenten. Arbeitspapier Nr. 46*. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3484583>

Schüller, K., Busch, P., & Hindinger, C. (2019). *Future Skills: Ein Framework für Data Literacy – Kompetenzrahmen und Forschungsbericht. Arbeitspapier Nr. 47*. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3349865>

Schütze, B., Souvignier, E., & Hasselhorn, M. (2018). Stichwort – Formatives Assessment. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21, 697–715. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0838-7>

- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Siemens, G. (2013). Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1380–1400. <https://doi.org/10.1177/0002764213498851>
- Staman, L., Visscher, A. J., & Luyten, H. (2014). The effects of professional development on the attitudes, knowledge and skills for data-driven decision making. *Studies in Educational Evaluation*, 42, 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.11.002>
- Troeger, J., Zakharova, I., Macgilchrist, F., & Jarke, J. (2023). Digital ist besser!? – Wie Software das Verständnis von guter Schule neu definiert. In A. Bock, A. Breiter, S. Hartong, J. Jarke, S. Jornitz, A. Lange & F. Macgilchrist (Hrsg.), *Die datafizierte Schule* (S. 93–129). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-38651-1_4
- Van Leeuwen, A., Knoop-van Campen, C., Molenaar, I., & Rummel, N. (2021). How Teacher Characteristics Relate to How Teachers Use Dashboards: Results from Two Case Studies in K–12. *Journal of Learning Analytics*, 8(2), 6–21. <https://doi.org/10.18608/jla.2021.7325>
- Van Schoors, R., Elen, J., Raes, A., & Depaepe, F. (2021). An overview of 25 years of research on digital personalised learning in primary and secondary education: A systematic review of conceptual and methodological trends. *British Journal of Educational Technology*, 52, 1798–1822. <https://doi.org/10.1111/bjet.13148>
- Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L. (2013). Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1500–1509. <https://doi.org/10.1177/0002764213479363>
- Verbert, K., Govaerts, S., Duval, E., Santos, J. L., Van Assche, F., Parra, G., & Klerkx, J. (2014). Learning dashboards: an overview and future research opportunities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18, 1499–1514. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0751-2>
- Visscher, A. J., & Coe, R. (2003). School Performance Feedback Systems: Conceptualisation, Analysis, and Reflection. *School Effectiveness and School Improvement*, 14(3), 321–349. <https://doi.org/10.1076/sesi.14.3.321.15842>
- Williamson, B. (2016). Digital education governance: data visualization, predictive analytics, and ‘real-time’ policy instruments. *Journal of Education Policy*, 31(2), 123–141. <https://doi.org/10.1080/02680939.2015.1035758>

Wolff, A., Gooch, D., Cavero Montaner, J. J., Rashid, U., & Kortuem, G. (2016). Creating an understanding of data literacy for a data-driven society. *The Journal of Community Informatics*, 12(3), 9–26.

Xie, H., Chu, H.-C., Hwang, G.-J., & Wang, C.-C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103599>

Xu, Z., Wijekumar, K., Ramirez, G., Hu, X. H., & Irey, R. (2019). The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3119–3137. <https://doi.org/10.1111/bjet.12758>

Zierer, K. (2017). *Lernen 4.0. Pädagogik vor Technik. Möglichkeiten und Grenzen einer Digitalisierung im Bildungsbereich*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Artikel 1

Hase, A., & Kuhl, P. (2024). Teachers' use of data from digital learning platforms for instructional design: a systematic review. *Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10356-y>

Teachers' use of data from digital learning platforms for instructional design: a systematic review

Abstract: Data-based decision-making is a well-established field of research in education. In particular, the potential of data use for addressing heterogeneous learning needs is emphasized. With data collected during the learning process of students, teachers gain insight into the performance, strengths, and weaknesses of their students and are potentially able to adjust their teaching accordingly. Digital media are becoming increasingly important for the use of learning data. Students can use digital learning platforms to work on exercises and receive direct feedback, while teachers gain data on the students' learning processes. Although both data-based decision-making and the use of digital media in schools are already widely studied, there is little evidence on the combination of the two issues. This systematic review aims to answer to what extent the connection between data-based decision-making and the use of digital learning platforms has already been researched in terms of using digital learning data for further instructional design. The analysis of n=11 studies revealed that the use of data from digital learning platforms for instructional design has so far been researched exploratively. Nevertheless, we gained initial insights into which digital learning platforms teachers use, which data they can obtain from them, and how they further use these data.

Keywords: Data-based decision-making, Digital learning platforms, Instructional design, K-12-Teachers, Systematic review

Der Volltext des Artikels ist unter dem oben genannten DOI abrufbar.



Teachers' use of data from digital learning platforms for instructional design: a systematic review

Alina Hase¹ · Poldi Kuhl²

Accepted: 3 February 2024
© The Author(s) 2024

Abstract

Data-based decision-making is a well-established field of research in education. In particular, the potential of data use for addressing heterogeneous learning needs is emphasized. With data collected during the learning process of students, teachers gain insight into the performance, strengths, and weaknesses of their students and are potentially able to adjust their teaching accordingly. Digital media are becoming increasingly important for the use of learning data. Students can use digital learning platforms to work on exercises and receive direct feedback, while teachers gain data on the students' learning processes. Although both data-based decision-making and the use of digital media in schools are already widely studied, there is little evidence on the combination of the two issues. This systematic review aims to answer to what extent the connection between data-based decision-making and the use of digital learning platforms has already been researched in terms of using digital learning data for further instructional design. The analysis of $n = 11$ studies revealed that the use of data from digital learning platforms for instructional design has so far been researched exploratively. Nevertheless, we gained initial insights into which digital learning platforms teachers use, which data they can obtain from them, and how they further use these data.

Keywords Data-based decision-making · Digital learning platforms · Instructional design · K-12-Teachers · Systematic review

Introduction

“The focus should be continuously adapting instruction in the classroom and beyond, to facilitate and optimize students' learning processes, taking into account learners' needs and individual characteristics” (Mandinach & Schildkamp, 2021, p. 7).

As student heterogeneity increases, so does the demand for adaptive instruction (Hardy et al., 2019; Kruse & Dederich, 2018). Adaptive instruction aims to fit the instructional

✉ Alina Hase
hase@leuphana.de

¹ Department of Education, Future Centre of Teacher Education (ZZL/CODIP), Leuphana University, Lüneburg, Germany

² Department of Education, Institute of Psychology, Leuphana University, Lüneburg, Germany

design, such as learning material or tasks, to the individual needs of students. To do so, teachers require a comprehensive overview of students' learning processes (Hardy et al., 2019; Kippers et al., 2018b; Plass & Pawar, 2020). Digital learning platforms have the potential to support teachers in obtaining data on their students' learning progress as well as in making direct adjustments to the learning material (Altenrath et al., 2021; Holmes et al., 2018; Krein & Schiefner-Rohs, 2021). In the following, we will provide an overview of (1) data-based decision-making to improve instructional design and (2) the possibilities of digital learning platforms for teaching and learning. Finally, we will explore the potential of connecting the two areas in the systematic review of $n = 11$ studies from primary and secondary schools.

Data-based decision-making to improve instructional design

To address student heterogeneity, teachers need to improve their instructional design¹ (Hebbecke et al., 2022). For this purpose, it can be helpful to take student data into account (Ansyari et al., 2020; Gelderblom et al., 2016; Lai & McNaughton, 2016; Van Geel et al., 2016). With student data, teachers have information about students' progress and receive feedback on their teaching quality (Kippers et al., 2018b; Prenger & Schildkamp, 2018). The use of student data for decision-making for the purpose of instructional design² can be defined "as the systematic collection and analysis of different kinds of data to inform educational decisions" (Mandinach & Schildkamp, 2021, p. 1). For this teacher action, different terms have developed over approximately two decades of research. In the literature, the terms 'data use', 'data-based decision-making' (Lai & Schildkamp, 2013; Mandinach & Schildkamp, 2021; Schildkamp et al., 2014), 'data-driven decision-making' (Mandinach, 2012; Sampson et al., 2022; Schildkamp & Kuiper, 2010), or 'data-informed decision-making' (Shen & Cooley, 2008) are most common. The complexity of data-based decision-making becomes evident in the process of data use (Mandinach & Schildkamp, 2021). The circular process of data use contains several steps (Keuning et al., 2019; Lai & Schildkamp, 2013; Mandinach & Gummer, 2016; Sampson et al., 2022). We are following the data use for teaching process consisting of five steps: (1) the identification of problems and framing questions, (2) the use of data, (3) the transformation of data into information, (4) the transformation of information into decisions, and (5) the evaluation of outcomes (Mandinach & Gummer, 2016). Data should not be collected without a specific goal. Therefore, the process starts with identifying problems and formulating leading questions to solve the problems by using data (Schildkamp, 2019). In the next step, for example, teachers need to think about which sources they want to use and collect the data (Mandinach & Gummer, 2016; Schildkamp, 2019). The transformation of data into information is part of the data analysis. In this step, the data need to be understood and imbued with meaning. Thus, new information arises, for example, that students misunderstood the topic (Hebbecke et al., 2022; Mandinach & Gummer, 2016; Schildkamp, 2019). Additionally, teachers must combine the data with contextual details, such as pedagogical information about students, to

¹ "Instruction is defined as the goal-oriented actions of the teacher in a classroom that focus on explaining a concept or procedure, or on providing students with insights that will initiate or sustain their learning process" (Prenger & Schildkamp, 2018, p. 736; see also Gelderblom et al., 2016; Hattie, 2009).

² The use of data for instructional design to improve the teaching quality is only one objective for data-based decision-making. Two other objectives are accountability goals and school development (Blumenthal et al., 2021; Schildkamp, 2019).

obtain added value from the data (Wilcox et al., 2021). Based on an informed understanding of the data, teachers derive suitable actions for students from the information (Mandinach & Gummer, 2016). One example is the provision of additional exercises for individual students. The last step of the circular process includes the evaluation of the outcomes (Mandinach & Gummer, 2016): Has the initial question been answered or has the identified problem been solved? Have other changes occurred as a result of the actions taken with individual students or within the whole class? The process of data-based decision-making can be challenging for teachers (Peters et al., 2021; Prenger & Schildkamp, 2018; Wilcox et al., 2021). Teachers often struggle with analyzing and interpreting the data (Hebbecker et al., 2022; Kippers et al., 2018a). In addition, transforming information into decisions seems to be difficult for teachers and is therefore often neglected (Keuning et al., 2017; Kippers et al., 2018a; Marsh, 2012; Visscher, 2021).

For data-based decision-making, different forms of data can be considered. Input data include data on teacher and student characteristics (e.g., student background data). Process data include data about the entire learning process. Context data might influence the learning process and contain data on school culture, school curriculum, and school and teaching equipment. Output data are data on student progress and other results of the learning process, such as students' well-being (Blumenthal et al., 2021; Lai & Schildkamp, 2013). In addition to these forms of data, there are different levels of data-based decision-making: the school system level, the school level, the class level, and the student level (Blumenthal et al., 2021). This systematic review focuses solely on the class and student levels because those consider the instructional design and its effect on individual students. Data-based decision-making on these levels aims to adapt the instructional design to the identified needs of students (Visscher, 2021).

Studies on data-based decision-making are often based on data from different forms of assessments, so-called assessments for learning, such as paper-and-pencil tests, oral tests, and homework assignments (Kippers et al., 2018b). Assessment for learning "focuses on daily practice in which teachers, students, and peers continuously gather information about student learning processes" (Kippers et al., 2018b, p. 201) to understand current learning status and weigh possibilities for future learning paths (Van der Kleij et al., 2015). Assessments intend to involve students more in their learning process by using data to provide students with feedback and help them understand their performance (Hamilton et al., 2009; Mandinach & Schildkamp, 2021). Mandinach and Gummer (2016) stated that they focus not only on assessment data but on all education data. For example, in addition to assessment data, teachers may consider behavioral data to get a more comprehensive picture of their students.

Even if teachers collect a large amount of data, the explicit use of these data for improving individual student progresses is still scarce (Wilcox et al., 2021). This situation raises the following question: What does a teacher's use of data depend on? On the one hand, teachers' positive attitudes towards data can influence their use of data (Blumenthal et al., 2021; Hase et al., 2022; Kippers et al., 2018b). On the other hand, prerequisites for the implementation of data-based decision-making are teachers' competencies: knowledge of data and skills for using data (data literacy) as well as pedagogical, didactical, and content knowledge, which need to be combined (Blumenthal et al., 2021; Cui & Zhang, 2022; Mandinach & Gummer, 2016; Visscher, 2021). Data literacy is especially fundamental for data-based decision-making as it includes the ability to collect, organize, analyze, and interpret data to inform instruction (Kippers et al., 2018a; Mandinach & Gummer, 2016; Wilcox et al., 2021). A person who is able to follow all steps of the data use for the teaching process can be considered as data literate (Mandinach & Gummer, 2016).

Possibilities of digital learning platforms for teaching and learning

Within the research on data-based decision-making, the role of digital tools is increasing. Digital tools are mentioned with their possibilities to support teachers in collecting, storing, analyzing, and interpreting data (Mandinach & Gummer, 2016; Schildkamp, 2019; Wilcox et al., 2021). For example, when using digital learning platforms, multiple data are generated (Greller & Drachsler, 2012; Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Schaumburg, 2021). In this context, the term ‘learning analytics’ arises, which is used to express the automatically collected, analyzed, and reported student data within digital learning processes (Van Leeuwen et al., 2021). Learning analytics aim to provide students with direct feedback, and, in some cases, direct adjustments to the learning path, as well as providing teachers with student data. Using the information gathered from the data, teachers can improve their teaching and enable individualized learning processes (Greller et al., 2014; Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Van Leeuwen et al., 2021; Verbert et al., 2014). Therefore, the use of learning analytics can be seen in line with the fundamental concept of data-based decision-making. Verbert et al. (2013) developed the learning analytics process model consisting of four stages: (1) awareness, (2) reflection, (3) sensemaking, and (4) impact.

Within the process model, people need the following: (1) to be aware of the data; (2) to ask questions to reflect on the data; (3) to answer the questions and create new insights; and (4) to deduce consequences for their behavior (Verbert et al., 2013). Learning analytics data is provided on dashboards within digital tools. Taking the dashboard into account, teachers get insights into students’ performance, progress, and misunderstandings via visual displays (Greller & Drachsler, 2012; Van Leeuwen et al., 2021). The stages of the learning analytics process model can be applied to teachers’ dashboard use:

[Dashboards] are deployed to support teachers to gain a better overview of course activity (Stage 1, awareness), to reflect on their teaching practice (Stage 2), and to find students at risk or isolated students (Stage 3). Few, if any, address Stage 4 of actual impact (Verbert et al., 2013, p. 1502).

Using the dashboard, teachers can either monitor students’ learning processes during the lesson to directly intervene or after the lesson to reflect and reconsider their future instructional design (Aleven et al., 2016; Van Leeuwen et al., 2021). Learning analytics also includes log-in data and other data on students’ behavior using the digital tool (Aleven et al., 2016; Verbert et al., 2014). This systematic review focuses on data about the learning process from exercises in digital learning platforms.

Digital learning platforms enable the individualization of teaching and learning with regard to several aspects, such as the learning goal, the learning content, the learning path, but also the learning time and the place to learn (Daniela & Rüdolf, 2019; Schaumburg, 2021). The collection, storage, and analysis of student data, generated during their use, offer great potential for individualization. The available data is often addressed as the added value of learning platforms (Cui & Zhang, 2022; Schaumburg, 2021). Overall, digital learning platforms include a large number of exercises, provide students with direct feedback according to their performance on the exercises, display students’ learning data on dashboards for teachers, and allow adaptive learning (Daniela & Rüdolf, 2019; Greller & Drachsler, 2012; Hase et al., 2022; Hillmayr et al., 2020). Examples of digital learning platforms include drill-and-practice programs or intelligent

tutoring systems. Drill-and-practice programs offer the opportunity to practice existing knowledge in exercises and provide students and teachers with feedback (Hillmayr et al., 2020). In intelligent tutoring systems, in addition to consolidating existing knowledge, it is also possible to acquire new knowledge. Intelligent tutoring systems also offer the possibility of adaptive exercise design and thus enable individual learning paths (Hillmayr et al., 2020; Holmes et al., 2018). Even though learning management systems are often used more to organize the learning process, exercises can also be made available to and worked on by students. Thus, data on the learning process of the students are also collected here and become available to teachers for further use (Holmes et al., 2018). Since the aspect of data generation during the processing of exercises is the focus of this systematic review, different types of digital learning platforms can be considered (Reinhold et al., 2020).

Research questions

Data from digital learning platforms are often not explicitly mentioned in previous research on data-based decision-making (Gelderblom et al., 2016; Kippers et al., 2018b). Nevertheless, digital media gain importance in everyday instruction. As a meta-analysis revealed, there are already several studies showing a positive impact of digital learning platforms on students' learning outcomes that result from individual feedback and the possibility of adaptive learning (Hillmayr et al., 2020). How teachers can derive added value from digital learning platforms, in particular how they interpret and use information gained from learning platforms for decision-making, needs to be further investigated (Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Van Leeuwen et al., 2021). Similarly, the impact of using data from digital learning platforms on improving teaching quality as well as school development needs has not been sufficiently researched (Schildkamp, 2019).

To gain insight into existing studies on the use of data from digital learning platforms for data-based decision-making, especially the further (adaptive) instructional design of teachers, we conducted this systematic review addressing the overall research question: What is the current state of research on teachers' use of data from digital learning platforms for further instructional design?

In order to address this overall research question, we defined additional subordinate research questions for the analysis of existing studies:

- (1) Which digital learning platforms do teachers use?
- (2) What kind of digital data do teachers use?
- (3) For what purpose do teachers derive which instructional actions from the digital data?

Thus, this systematic review differs from other systematic reviews on data use, which focus, for example, on the use of data in school development contexts in general (Altenrath et al., 2021) or the use of data for instructional design as influenced by interventions for the development of professional competence (Ansyari et al., 2020).

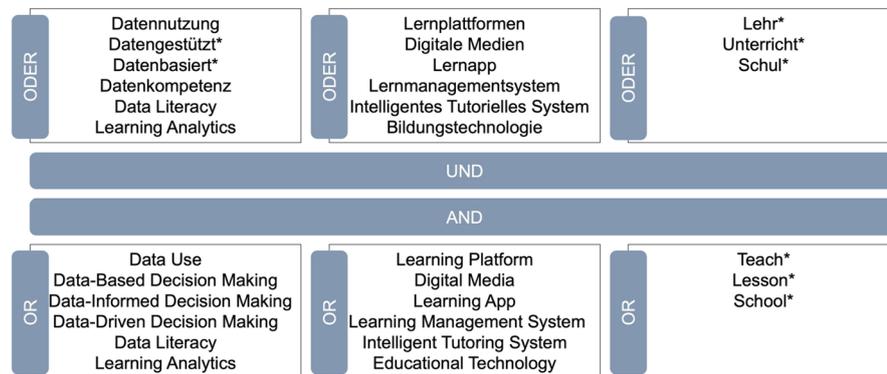


Fig. 1 German and English search string

Methods

With this systematic review, we aim to provide an overview of the existing research on teachers' use of data from digital learning platforms for instructional design. The systematic review was prepared following the PRISMA-P scheme (Moher et al., 2009, 2015).

Literature search

Based on the literature review and the research questions, the terms 'data use' and 'learning platform' were combined to form parts of a search string. The term 'teach' was added to focus on the context of the institution school and here on teaching (see Fig. 1). Additionally, we included their synonyms for a more comprehensive search string. We used asterisks to include other word combinations. The English search string was translated into German to identify German papers in addition to other international papers to also explore our national research context.

The databases FIS Bildung, Psynindex, PsycInfo, Scopus, and Web of Science were searched using the search string to identify potentially relevant articles. The search was conducted in February 2022 and resulted in $N=2119$ records (see Fig. 2).

Inclusion–exclusion criteria

For the inclusion and exclusion of studies within the review we developed the following criteria: First, studies needed to be empirical studies focusing on the use of digital data in schools. Second, digital data had to be derived from digital learning platforms. Thus, we did not consider studies with other digital data, for example, data from learning progress diagnostics programs (e.g., Hebbecke et al., 2022) or monitoring systems (e.g., Keuning et al., 2019). Third, the studies had to focus on the perspective of teachers and fourth, could contain only teachers from primary, secondary, and high school. Higher education teachers were not of interest in this review. Fifth, the studies had to be

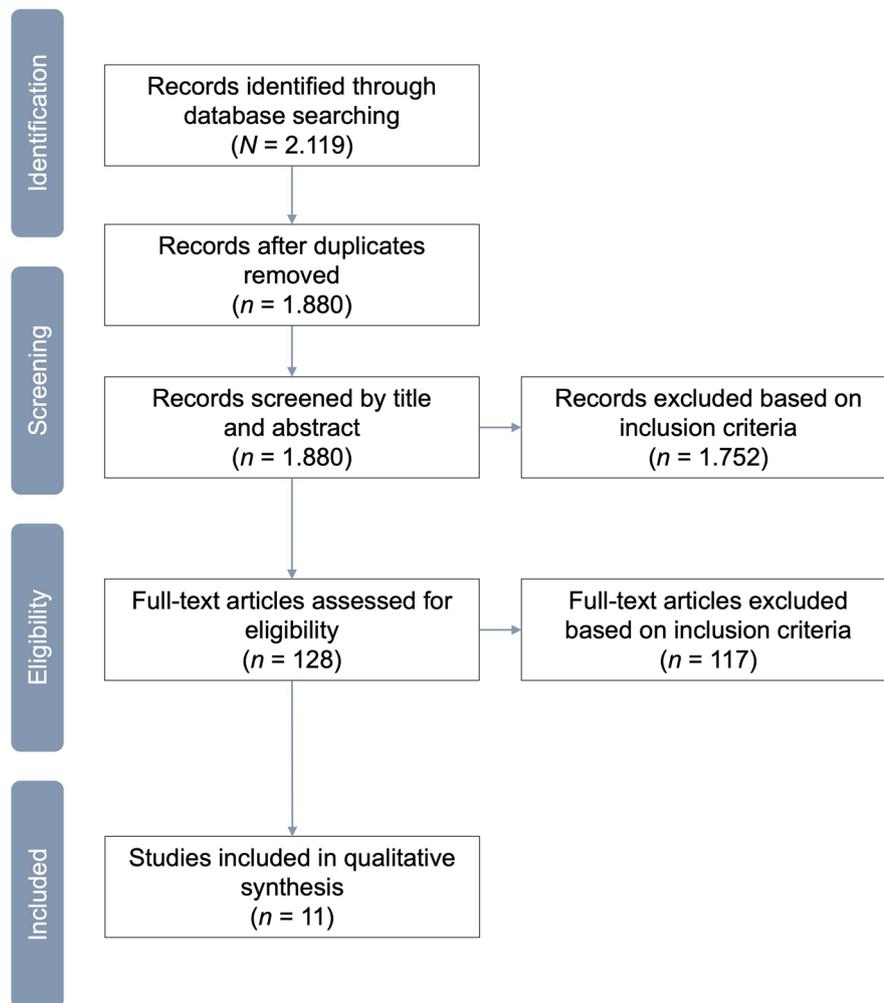


Fig. 2 Literature search process with numbers of articles considered

published in English or German; other languages could not be considered. The publication dates of the studies were not limited.

Search process

The search process is illustrated in Fig. 2 and is explained further as follows: After removing duplicates, $n=1880$ records were left for the screening process. The screening of the titles and the abstracts followed the inclusion and exclusion criteria and was conducted by three independent raters to ensure the reliability of the screening process (investigator triangulation method; Denzin, 1978). All raters read every title and scored them with 1 = 'relevant' or 0 = 'not relevant'. Titles that totaled two or three points across the three raters were selected for the next screening step, whereas titles with one or zero points were

excluded from the further screening process. The screening of abstracts followed the same procedure. During the full-text screening, $n = 128$ studies were subsequently read and rated for eligibility by one rater. The full-text screening was also based on the established inclusion and exclusion criteria. After the full-text screening, $n = 11$ studies were included in the final qualitative synthesis.

Literature analysis

We extracted data and collected the following information from the included studies: Authors, year, country, language, type of school, school subject, sample size, participants, study design, methods, and research questions. After the first data extraction, we started to analyze the studies in more detail following the overall and subordinate research questions.

Results

To give an overview of the $n = 11$ included studies, we will first resume the general study information. Afterwards, we will answer the subordinate research questions to present a qualitative analysis of the studies. In Table 1, we present general information and methodological details about the included studies.

Interestingly, even though the publication period was not limited, the studies were published only in the period from 2011 to 2021. Most of the studies originated from the US ($n = 5$), followed by $n = 2$ studies from the Netherlands. However, these two studies from the Netherlands were published by the same authors. The remaining studies all originated from different countries (Cyprus, England, Greece, Israel, and New Zealand). All studies were written in English and thus relate to international empirical research. Most of the studies were published as journal articles ($n = 7$). We also included empirical studies published as conference papers ($n = 2$) and dissertation papers ($n = 2$).

As specified in the inclusion criteria, the studies all contained teachers as participants. In addition, $n = 5$ studies also examined other school stakeholders such as students, school administrators, parents, and administrative staff. The studies took place in nine primary schools, six middle schools, and one high school. Some of the studies examined two types of schools. All but three studies reported not only the type of school but also the subject examined in the studies. In this regard, most studies focused on mathematics as a subject for data-based decision-making. While $n = 3$ studies only contained math lessons, $n = 4$ studies researched math and other lessons like reading, writing, and science. One study did not mention a focus on math but on STEM and humanities.

Since $n = 9$ studies had a qualitative study design, the sample sizes of these studies were not large. The sample sizes of all included studies varied between $N = 1$ teacher to overall $N = 277$ participants. The qualitative studies included a mixture of research methods: observations ($n = 9$), interviews ($n = 7$), document analyses ($n = 2$), group discussions ($n = 1$), and think-out-loud-protocols ($n = 1$). The mixed-methods study used questionnaires and interviews, the quantitative study only a questionnaire. The research questions were quite diverse and aimed at different aspects of using digital data (Table 1). Some research questions focused on the description of teachers' dashboard usage and which actions teachers derived from the data. Others considered the impact that digital data can have on feedback and individualized learning. As part of the quantitative study, the researchers asked which factors influenced the use of digital data.

Table 1 Description of studies included in the review (sorted by first author's last name)

Authors (year)	Country	Language	Type of school	School subject	Sample size	Participants	Study design	Methods	Research questions
Basham et al. (2016)	US	English	Primary and middle school	Math, English	$N_{\text{Schools}} = 12$	Teachers, students, district staff, parents	Qualitative	Observation, interview	'How are personalized learning environments operationalized?' 'What levels of success do students with disabilities demonstrate in personalized learning environments?' (p. 129)
Bonham (2018)	US	English	Middle school	Math	$N_{\text{Teachers}} = 5$	Teachers	Qualitative	Observation, interview, documentary analysis	'How do middle school teachers plan for formative assessment and collect data during a mathematics lesson?' 'In what ways did teachers use evidence gained from formative assessment to change their instruction, if at all?' 'How do middle school mathematics teachers use technology when engaging in formative assessment during a mathematics lesson?' (p. 19)
Edmunds and Hartnett (2014)	New Zealand	English	Primary school	Reading, Writing, Math	$N_{\text{Teachers}} = 3$, $N_{\text{Students}} = 88$	Teachers, students	Qualitative	Interview, observation, documentary analysis	'What does personalising learning, specifically AFL [assessment for learning], look like in a primary classroom with a Learning Management System as a core component?' 'How are the teachers using a Learning Management System to personalise learning, specifically AFL?' (p. 14)

Table 1 (continued)

Authors (year)	Country	Language	Type of school	School subject	Sample size	Participants	Study design	Methods	Research questions
Hinkle (2021)	US	English	Primary school	Math	$N_{\text{Teachers}} = 4$, $N_{\text{Students}} = 20$	Teachers, students	Qualitative	Pre-post-test, observation	‘What is the promise of NSI-ITS for improving teacher’s use of DBDM when delivered in authentic education settings?’ ‘What is the promise of NSI-ITS for increasing teacher’s use of differentiated core math instruction designed to improve the quantity and quality of deliberate practice opportunities for students with or at risk for MLD delivered in authentic education settings?’ (p. 11)
Jewitt et al. (2011)	England	English	Primary and middle school	Not specified	$N_{\text{Schools}} = 12$	Teachers, students, parents, school management	Qualitative	Interviews, group discussion, observation	Not specified; Goal of the study: Examine ‘the potential benefits of using learning platform (LP) technologies for leadership and management, teaching, parental communication and involvement, and learning.’ (p. 336)
Knoop-van Campen and Molenaar (2020)	Netherlands	English	Primary school	Math, spelling	$N_{\text{Teachers}} = 45$	Teachers	Qualitative	Observation	‘We therefore examined: (i) differences between human- and dashboard-prompted feedback; (ii) how teachers alternated between human- and dashboard-prompted feedback (distribution patterns); and (iii) how these distribution patterns were associated with the type of feedback given.’ (p. 38)

Table 1 (continued)

Authors (year)	Country	Language	Type of school	School subject	Sample size	Participants	Study design	Methods	Research questions
Mavroudi et al. (2021)	Greece, Cyprus	English	Primary and middle school	Different subjects like STEM, humanities	$N_{\text{Teachers}} = 98$	Teachers, local policy-makers	Quantitative	Questionnaire	'The research questions concerning LA in teaching are: what is the (1) actual usage, (2) perceived usefulness, and (3) attitudes towards use among these stakeholders?' (p. 279)
Michaeli et al. (2020)	Israel	English	Primary school	Math, science, language, others	$N_{\text{Teachers}} = 61$	Teachers	Mixed methods	Questionnaire, interview	'What are teachers' perceptions of using education dashboards for their own professional development?' 'What insights do teachers gain and what actionable steps do they take from examining the information in education dashboards?' (p. 65)
Molenaar and Knoop-van Campen (2018)	Netherlands	English	Primary school	Math	$N_{\text{Teachers}} = 38$	Teachers	Qualitative	Observation, interview	'How often do teachers consult the dashboards during a lesson and in which phases of the lesson?' (p. 2) 'Which pedagogical knowledge do teachers activate to interpret the data on the dashboards?' (p. 2) 'Which pedagogical actions do teachers take after consulting the dashboards?' (p. 2) 'How does the awareness of teachers influence their knowledge activation in reflection and sense making phase and their pedagogical actions in the impact phase?' (p. 21) 'To what extent is there a relation between activated pedagogical knowledge and pedagogical actions?' (p. 3)

Table 1 (continued)

Authors (year)	Country	Language	Type of school	School subject	Sample size	Participants	Study design	Methods	Research questions
Khakaj et al. (2016)	US	English	Middle School and high school	Not specified	$N_{\text{Teachers}} = 6$	Teachers	Qualitative	Interviews, observation	'What data do teachers use to help students?' (p. 6) 'How do teachers use data to drive instruction and help students?' (p. 8)
Khakaj et al. (2017)	US	English	Middle school	Math	$N_{\text{Teachers}} = 5$	Teachers	Qualitative	Think-out-loud, observation	'How does the dashboard affect teacher practices in the classroom?' (p. 583)

Which digital learning platforms do teachers use?

All studies involved the use of digital learning platforms, which in turn included various technologies. The different digital learning platforms will be described in more detail, with a focus on functionalities for teachers.

While in $n=3$ studies the authors did not specify the used learning platform, but only reported the use of learning platforms in general, learning analytics, or dashboards (Jewitt et al., 2011; Mavroudi et al., 2021; Michaeli et al., 2020), the remaining $n=8$ studies all involved different kinds of digital learning platforms. Basham et al. (2016), Bonham (2018), and Edmunds and Hartnett (2014) more explicitly specified the tool, stating specific learning management systems (Buzz; KnowledgeNET; Schoology). Buzz is a learning management system that enables personalized, project-based, and mastery-based education (Agilix, 2023a; Basham et al., 2016). Teachers can track student's usage and performance with reports. Students' learning paths are displayed to teachers on a dashboard and are compared with national educational standards (Agilix, 2023b). Buzz also offers the option of assessing students' emotional well-being (Agilix, 2023b). In the study of Basham et al. (2016), besides Buzz additional learning platforms that support students and teachers were also used but not further named. Edmunds and Hartnett (2014) included only schools in their study which used the learning management system called KnowledgeNET. The structure of the KnowledgeNET learning management system is not described in more detail in their article. The learning management system also seems to no longer exist, thus no further information on the functionalities can be provided. Schoology is a learning management system that enables personalized education, communication, and collaboration (PowerSchool, 2023). In addition, explicit attention is given to the potential of Schoology for data-based teaching and learning (PowerSchool, 2019). On a dashboard, teachers can see the progress of their students in real time as well as long-term trends in teaching and learning like students with low interaction. As with Buzz, the mastery of national educational standards is shown (Bonham, 2018; PowerSchool, 2019). Focusing on the potential of formative assessment for teachers' instructional design, Bonham (2018) also investigated the use of formative assessment without referring to the learning management system Schoology. In the studies of Knoop-van Campen and Molenaar (2020) as well as Molenaar and Knoop-van Campen (2018), Snappet as an adaptive learning platform was used by teachers and students. Snappet contains a comprehensive dashboard for teachers, which provides data in real time about the learning progress of individual tasks, but also with regard to the mastery of competencies of the curriculum (Knoop-van Campen & Molenaar, 2020; Snappet, 2023). Other specified learning platforms were (intelligent) tutoring systems like the integrated tutor system within the NumberShire learning game (Hinkle, 2021), Carnegie Learning Tutor (Xhakaj et al., 2016), and Luna, which is a dashboard prototype for an intelligent tutoring system (Xhakaj et al., 2017). The NumberShire Integrated Tutor System includes a dashboard where teachers can see students' progress including mastery of standards after students finished an assignment (Hinkle, 2021). The aim of the NumberShire Integrated Tutor System is not only to enable students to practice math skills but also to improve teachers' data-based decision-making (University of Oregon, 2023). The Carnegie Learning Tutor provides teachers with real-time updates on student progress, but also with detailed reports from student to district level. The Learning Tutor can be used with different intelligent tutoring systems (Carnegie Learning, 2023; Xhakaj et al., 2016). Also, Luna is a dashboard which can be

used with different intelligent tutoring systems. Luna includes information on mastery of skills, students learning progress, as well as misconceptions (Xhakaj et al., 2017).

A more detailed description of how the dashboards were designed and worked cannot be given as this information is often only available to full users of the respective digital learning platforms. The functionalities of the dashboards were also not described more precisely in the studies that are included in this systematic review. What kind of data teachers receive on the dashboards of the digital learning platforms is described in the following section.

What kind of digital data do teachers use?

The identified studies focused on student performance data at different levels: individual student level, classroom level, and school level. As in the description of the digital learning platform, the study by Mavroudi et al. (2021) did not describe in detail which data the teachers used. Data are mentioned as student data records, and any other data records. Student postings and student responses from the learning management system were used in the study of Edmunds and Hartnett (2014). Bonham (2018) and Michaeli et al. (2020) reported the use of student knowledge data, including student understanding and misconceptions. As Bonham (2018) focused on formative assessment data in general, she considered analog and other digital data besides data from a digital learning platform. More specifically, the data are identified in the study of Basham et al. (2016): Teachers in their study used analog and digital data, including classroom and system data, student voice recordings, student self-reported data, and data from pathways containing current learning and progress data. The use of progress data such as information on students' mastery of skills, misconceptions, and time spent with the learning platform, was explicitly mentioned in the studies of Hinkle (2021), Jewitt et al. (2011), Molenaar and Knoop-van Campen (2018) and Xhakaj et al. (2016, 2017). In some cases, the visualization of the data was described in more detail (Hinkle, 2021; Knoop-van Campen & Molenaar, 2020; Molenaar & Knoop-van Campen, 2018): Colors were primarily used to classify student performance into different levels, for example green icons for students who are making progress, red icons for no progress, and grey icons for unknown progress status (Knoop-van Campen & Molenaar, 2020). The color coding is expected to help teachers to get a quick overview of the data within the dashboards.

For what purpose do teachers derive which instructional actions from the digital data?

After describing which digital learning platforms and which data are used, the reasons why teachers used the data and how they used it for further instructional actions are of particular interest. Within the identified studies, the purposes of using learning data can be divided into two areas: First, all $n=11$ studies focused on the added value of the data for teachers and their teaching. Second, $n=6$ studies also addressed the potential of data for students and, in some cases, for their parents.

Regarding the purposes of using data for teaching, all included studies mentioned understanding students' learning process as one reason for data use. For example, teachers wanted to identify barriers to learning (Basham et al., 2016), aimed to identify students' misconceptions (Xhakaj et al., 2016), and tried to get generally more knowledge about their students (Michaeli et al., 2020). The understanding of the learning process is also expressed when teachers asked what their students learned and what

they should learn next (Edmunds & Hartnett, 2014). Teachers also saw an opportunity for data use in comparing individual student progress with progressions of other students in the same class or other comparable users of the learning platform (Molenaar & Knoop-van Campen, 2018).

Based on the purpose of supporting students learning, instructional actions for individualization and differentiation were reported in the studies. To this mean, two studies reported digital learning platforms that automatically developed appropriate learning pathways and provided differentiated tasks based on students' prior learning results (Bonham, 2018; Molenaar & Knoop-van Campen, 2018). In addition, teachers implemented actions to support student learning. Teachers took actions for differentiation as well as actions for individualization. In terms of differentiation, they divided students based on their learning outcomes into more homogeneous groups which received further learning materials according to their knowledge (Edmunds & Hartnett, 2014; Michaeli et al., 2020). Individualized actions were evident, for example, in teachers setting learning goals with each student to make students' learning visible (Jewitt et al., 2011), allowing students to work self-regulated in their own learning pace (Bonham, 2018), teachers designing tasks specifically for individual students to encourage or challenge them (Michaeli et al., 2020), or teachers interacting with students individually (Xhakaj et al., 2017). Teachers also made some instructional changes for the whole learning group in $n=7$ studies (Bonham, 2018; Edmunds & Hartnett, 2014; Hinkle, 2021; Michaeli et al., 2020; Molenaar & Knoop-van Campen, 2018; Xhakaj et al., 2016, 2017). This included for example using information about class progress gained from digital data as a starting point for designing the introduction of the following lesson (Bonham, 2018), differentiating instructions, or spending more class time on tasks (Michaeli et al., 2020).

Additionally, teachers justified the improvement of feedback for students (Bonham, 2018; Edmunds & Hartnett, 2014; Jewitt et al., 2011; Knoop-van Campen & Molenaar, 2020; Mavroudi et al., 2021; Molenaar & Knoop-van Campen, 2018) or the ability to evaluate students more precisely and fairly as another reason for data use and also improved their feedback practices based on the data (Michaeli et al., 2020). The improvement in feedback quality could be attributed to the fact that digital learning platforms provided more types of feedback, and that feedback was provided directly to students (Knoop-van Campen & Molenaar, 2020). Another study reported that feedback was also made available to parents (Jewitt et al., 2011).

Although indirect benefits for students were mentioned as advantages of data use for teachers, some studies also mentioned direct benefits for students. Discussing learning data with students was listed as a reason for data use by teachers (Basham et al., 2016; Bonham, 2018; Edmunds & Hartnett, 2014; Michaeli et al., 2020). This involved clarifying misconceptions with students (Bonham, 2018). In addition, it should help students to take more responsibility for their learning processes (Bonham, 2018; Edmunds & Hartnett, 2014; Jewitt et al., 2011; Michaeli et al., 2020). The data were also intended to be used to provide parents with more information about their children's learning (Jewitt et al., 2011; Mavroudi et al., 2021; Michaeli et al., 2020).

Finally, Molenaar and Knoop-van Campen (2018) report that no explicit teacher actions followed from about a quarter of the dashboard consultations (i.e., looking at the digital learning data). However, regarding all studies, data use influenced the majority of teachers' daily teaching practice.

Discussion

In the analysis of the studies, it became obvious that the research field dealing with the use of data from digital learning platforms is still rather young. This was evident, on the one hand, by the fact that the publications were all published after 2011, and, on the other hand, from the finding of predominantly qualitative studies that are still exploratory. This is also underlined with the need for research on how teachers use data from digital learning platforms with added value (Krein & Schiefner-Rohs, 2021; Schildkamp, 2019; Van Leeuwen et al., 2021). In general, there was a research concentration in the US and the Netherlands. Only a few studies from other countries could be included. Besides considering the international research context, a German search string was used to include the national research context. However, no studies from the German search string could be integrated into the systematic review.

Regarding the first sub-question, it was found that different digital learning platforms like intelligent tutoring systems or learning management systems were used for practice in the studies. The specific type of digital learning platform appears to be not that relevant, as different platforms had been used for data-based decision-making (Hillmayr et al., 2020; Holmes et al., 2018; Reinhold et al., 2020). However, the functionalities of the digital learning platforms are not known in detail, as they were neither specified in the studies nor described comprehensively for non-users by the producers of the digital learning platforms. Therefore, only limited conclusions can be drawn about the difference of data use in relation to the functionalities of the digital learning platforms.

Various learning data were involved in the use of digital learning platforms by teachers, which led us to answer the second sub-question. The data were limited to the student- and class-level in the studies (Blumenthal et al., 2021). For example, teachers considered how much time their students spent in the digital learning platform, how they solved the exercises, and which errors occurred most frequently when they completed the exercises. Accordingly, process and output data were used by teachers (Blumenthal et al., 2021; Lai & Schildkamp, 2013). Teachers gained insight into their students' learning progress and processes through the learning data provided by the digital learning platform (Greller & Drachsler, 2012; Van Leeuwen et al., 2021).

This was also a determining reason for many teachers to use data from digital learning platforms for further instructional actions, which we addressed with the third sub-question. As reasons for using data from digital learning platforms, teachers indicated that they want to involve students and, in some cases, parents more closely in the learning process. This includes improving feedback for their students. The use of data to improve feedback has likewise been captured as a benefit in previous research on data-based decision-making and learning analytics (Hamilton et al., 2009; Mandinach & Schildkamp, 2021; Verbert et al., 2014). Actual positive changes in feedback to students were noted in the studies. Parents also gained greater insight into their children's performance through data used by teachers. In addition, teachers wanted to use the data to get a better overview of their students' performance and the quality of their teaching (Verbert et al., 2013). Teachers would like to better understand which exercises students can solve well and which ones they cannot. With this knowledge, teachers aim to adjust their teaching and enable individual learning paths. The fact that teachers derived actions in most cases indicates that they went through multiple steps of the data use cycle (Mandinach & Gummer, 2016) and presumably also had less difficulty analyzing and interpreting data as well as the resulting decision-making, which contrasts with other studies (e.g., Hebbecke et al., 2022; Kippers et al., 2018a;

Visscher, 2021). Teachers implemented actions to differentiate and individualize in order to make their students' learning more adaptive. Accordingly, they addressed the need for adaptive instruction and therefore exploited the potential of using learning data (e.g., Hardy et al., 2019; Mandinach & Schildkamp, 2021). Actions were also provided for the whole class, such as re-teaching a topic. Teachers used the data both in real-time where they derive direct action, and after instruction so that long-term instructional changes were implemented (Alevan et al., 2016; Van Leeuwen et al., 2021). At least one study also found that no actions were accomplished even after examining the data. In general, not all studies specified how the process of teachers' usage of digital data occurred.

Strengths and limitations

This systematic review provided a comprehensive overview of the usage of data from digital learning platforms for instructional design. In sum, our findings are not that different from common understandings of possible usages of digital learning platforms. This systematic review revealed a rather young research field that has been investigated in a predominantly exploratory fashion to date. The studies included different research foci. For this systematic review, we established a specific search string based on prior research. Nevertheless, search terms could conceivably have been missing in the definition of the search string. It is possible that studies that did not include the words of the search string in their titles, abstracts, or keywords but which would still have been appropriate in terms of content were not included in this systematic review. Furthermore, only English and German articles could be considered for inclusion in this systematic review. Nationally published studies on this topic may exist in other languages. Owing to the predominantly qualitative studies, mainly exemplary results with limited generalizability were summarized. Finally, we included conference papers and dissertation papers besides journal articles. Therefore, it is not ensured that all publications have passed a peer review process.

Conclusion and implications for research and practice

This systematic review provided an overview of the use of data from digital learning platforms for further instructional design. We achieved a first understanding of which digital learning platforms teachers use for data use, which data they extract from these platforms, and why and how they use these data for actions. This highlighted the added value of using data to address heterogeneous student groups and enable individualized learning pathways.

Based on this systematic review, research needs and implications for practice can be derived. There is a need for large-scale quantitative studies that systematically verify the initial findings. The extent to which the use of data from digital learning platforms for further instructional actions depends on the functionalities of the digital learning platform should also be considered in further studies. Quantitative as well as qualitative studies on the use of data from digital learning platforms should be conducted in countries where few contributions to knowledge have been achieved so far. Similarly, the use of data from digital learning platforms is still scarce and should become more common in schools. To this end, teachers must be equipped with the necessary technology, but also be trained in the required skills. If this can be accomplished, the use of data from digital learning platforms can contribute greatly to adaptive instructional design that considers learners' needs and individual characteristics.

Acknowledgements We thank our student assistants for their support in searching and rating the articles.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. This research article was funded by the Open Access Publication Fund of the Leuphana University Lüneburg. The systematic review developed within the CODIP project which is funded by the Quality Initiative Teacher Training (Qualitätsoffensive Lehrerbildung), a joint initiative of Federal Government and the German states. The financial means are provided by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) under Grant 01JA2002.

Data availability The data supporting the conclusions of this article will be provided by the authors upon request.

Declarations

Competing interests The authors report there are no competing interests to declare.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

- Agilix. (2023a). Buzz. Retrieved November 9, 2023, from <https://www.agilix.com/products/buzz>
- Agilix. (2023b). Teach better on buzz. Retrieved November 9, 2023, from https://assets.website-files.com/63e3df066454cf5d1a3762bf/64875f4038b327ed912e6e63_Teach%20Better%20on%20Buzz.pdf
- Aleven, V., Xhakaj, F., Holstein, K., & McLaren, B. M. (2016). Developing a teacher dashboard for use with intelligent tutoring systems. In R. Vatrappu, M. Kickmeier-Rust, B. Ginon, & S. Bull (Eds.), *Proceedings of the fourth international workshop on teaching analytics, in conjunction with EC-TEL 2016* (Vol. 1738, pp. 15–23). CEUR workshop proceedings. https://ceur-ws.org/Vol-1738/IWTA_2016_paper4.pdf
- Altenrath, M., Hoffhues, S., & Lange, J. (2021). Optimierung, Evidenzbasierung, Datafizierung: Systematisches Review zum Verhältnis von Daten und Schulentwicklung im internationalen Diskurs. *Medienpädagogik*, 44(Datengetriebene Schule), 92–116. <https://doi.org/10.21240/mpaed/44/2021.10.30.X>
- Ansyari, M. F., Groot, W., & De Witte, K. (2020). Tracking the process of data use professional development interventions for instructional improvement: A systematic literature review. *Educational Research Review*, 31(100362), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100362>
- Basham, J. D., Hall, T. E., Carter, R. A., Jr., & Stahl, W. M. (2016). An operationalized understanding of personalized learning. *Journal of Special Education Technology*, 31(3), 126–136. <https://doi.org/10.1177/0162643416660835>
- Blumenthal, S., Blumenthal, Y., Lembke, E. S., Powell, S. R., Schultze-Petzold, P., & Thomas, E. R. (2021). Educator perspectives on data-based decision making in Germany and the United States. *Journal of Learning Disabilities*, 54(4), 284–299. <https://doi.org/10.1177/0022219420986120>
- Bonham, J. (2018). *A study of middle school mathematics teachers' implementation of formative assessment* [Dissertation, University of Delaware]. Ann Arbor: ProQuest.
- Carnegie Learning. (2023). Middle school math solution. Retrieved November 13, 2023, from <https://www.carnegielearning.com/solutions/math/middle-school-math-solution/>
- Cui, Y., & Zhang, H. (2022). Integrating teacher data literacy with TPACK: A self-report study based on a novel framework for teachers' professional development. *Frontiers in Psychology*, 13(966575), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.966575>
- Daniela, L., & Rüdolfa, A. (2019). Learning platforms: How to make the right choice. In L. Daniela (Ed.), *Didactics of smart pedagogy* (pp. 191–209). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01551-0_10
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (2nd ed.). McGraw Hill.

- Edmunds, B., & Hartnett, M. (2014). Using a learning management system to personalize learning for primary school students. *Journal of Open, Flexible and Distance Learning*, 18(1), 11–29.
- Gelderblom, G., Schildkamp, K., Pieters, J., & Ehren, M. (2016). Data-based decision making for instructional improvement in primary education. *International Journal of Educational Research*, 80, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.07.004>
- Greller, W., & Drachler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Educational Technology and Society*, 15(3), 42–57.
- Greller, W., Ebner, M., & Schön, M. (2014). Learning analytics: From theory to practice—Data support for learning and teaching. In M. Kalz & E. Ras (Eds.), *Computer assisted assessment. Research into E-assessment. Communications in computer and information science* (Vol. 439, pp. 79–87). Springer.
- Hamilton, L., Halverson, R., Jackson, S. S., Mandinach, E., Supovitz, J. A., & Wayman, J. C. (2009). *Using student achievement data to support instructional decision making (NCEE 2009-4067)*. National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, United States Department of Education. https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/PracticeGuide/dddm_pg_092909.pdf
- Hardy, I., Decristan, J., & Klieme, E. (2019). Adaptive teaching in research on learning and instruction. *Journal for Educational Research Online*, 11(2), 169–191. <https://doi.org/10.25656/01:18004>
- Hase, A., Kahnbach, L., Kuhl, P., & Lehr, D. (2022). To use or not to use learning data: A survey study to explain German primary school teachers' usage of data from digital learning platforms for purposes of individualization. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.920498>
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hebbecke, K., Förster, N., Forthmann, B., & Souvignier, E. (2022). Data-based decision-making in schools: Examining the process and effects of teacher support. *Journal of Educational Psychology*, 114(7), 1695–1721. <https://doi.org/10.1037/edu0000530>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers and Education*, 153, 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Hinkle, H. (2021). *Enhancing teacher instruction through evidence-based educational technology: Evaluating teacher's use of differentiated instruction* [Dissertation, University of Oregon].
- Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H., & Mavrikis, M. (2018). *Technology-enhanced personalised learning: Untangling the evidence*. Robert Bosch Stiftung.
- Jewitt, C., Clark, W., & Hadjithoma-Garstka, C. (2011). The use of learning platforms to organise learning in English primary and secondary schools. *Learning, Media and Technology*, 36(4), 335–348. <https://doi.org/10.1080/17439884.2011.621955>
- Keuning, T., van Geel, M., & Visscher, A. (2017). Why a data-based decision-making intervention works in some schools and not in others. *Learning Disabilities Research and Practice*, 32(1), 32–45. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12124>
- Keuning, T., van Geel, M., Visscher, A., & Fox, J.-P. (2019). Assessing and validating effects of a data-based decision-making intervention on student growth for mathematics and spelling. *Journal of Educational Measurement*, 56(4), 757–792. <https://doi.org/10.1111/jedm.12236>
- Kippers, W. B., Poortman, C. L., Schildkamp, K., & Visscher, A. J. (2018a). Data literacy: What do educators learn and struggle with during a data use intervention? *Studies in Educational Evaluation*, 56, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.11.001>
- Kippers, W. B., Wolterinck, C. H. D., Schildkamp, K., Poortman, C. L., & Visscher, A. J. (2018b). Teachers' views on the use of assessment for learning and data-based decision making in classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 75, 199–213. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.06.015>
- Knoop-van Campen, C., & Molenaar, I. (2020). How teachers integrate dashboards into their feedback practices. *Frontline Learning Research*, 8(4), 37–51. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i4.641>
- Krein, U., & Schiefner-Rohs, M. (2021). Data in schools: (Changing) practices and blind spots at a glance. *Frontiers in Education*, 6(672666), 1–13. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.672666>
- Kruse, S., & Dederig, K. (2018). The idea of inclusion: Conceptual and empirical diversities in Germany. *Improving Schools*, 21(1), 19–31. <https://doi.org/10.1177/1365480217707835>
- Lai, M. K., & McNaughton, S. (2016). The impact of data use professional development on student achievement. *Teaching and Teacher Education*, 60, 434–443. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.005>
- Lai, M. K., & Schildkamp, K. (2013). Data-based decision making: An overview. In K. Schildkamp, M. K. Lai, & L. Earl (Eds.), *Data-based decision making in education: Challenges and opportunities* (pp. 9–21). Springer.
- Mandinach, E. B. (2012). A perfect time for data use: Using data-driven decision making to inform practice. *Educational Psychologist*, 47(2), 71–85. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.667064>

- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2016). What does it mean for teachers to be data literate: Laying out the skills, knowledge, and dispositions. *Teaching and Teacher Education*, 60, 366–376. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.011>
- Mandinach, E. B., & Schildkamp, K. (2021). Misconceptions about data-based decision making in education: An exploration of the literature. *Studies in Educational Evaluation*, 69(100842), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100842>
- Marsh, J. A. (2012). Interventions promoting educators' use of data: Research insights and gaps. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 114(11), 1–48. <https://doi.org/10.1177/0161646811211401106>
- Mavroudi, A., Papadakis, S., & Ioannou, I. (2021). Teachers' views regarding learning analytics usage based on the technology acceptance model. *TechTrends*, 65(3), 278–287. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00580-7>
- Michaeli, S., Kroparo, D., & Hershkovitz, A. (2020). Teachers' use of education dashboards and professional growth. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 21(4), 61–78. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v21i4.4663>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), 1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., PRISMA-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Molenaar, I., & Knoop-van Campen, C. A. N. (2018). How teachers make dashboard information actionable. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 347–355. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2851585>
- Peters, M. T., Förster, N., Hebbecker, K., Forthmann, B., & Souvignier, E. (2021). Effects of data-based decision-making on low-performing readers in general education classrooms: Cumulative evidence from six intervention studies. *Journal of Learning Disabilities*, 54(5), 334–348. <https://doi.org/10.1177/00222194211011580>
- Plass, J. L., & Pawar, S. (2020). Toward a taxonomy of adaptivity for learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(3), 275–300. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1719943>
- PowerSchool. (2019). Empower data-driven teaching and learning throughout your organization with Powerschool unified classroom Schoology learning. Retrieved November 9, 2023, from http://go.powerschool.com/rs/861-RMI-846/images/schoology_product_flyer_april_2021.pdf?utm_campaign=CORE-AIRC-WC-2021-04-30_Schoology_Acceleration_Flyer&utm_content=ungated_sgy&utm_term=618172
- PowerSchool. (2023). PowerSchool Schoology Learning. Retrieved November 9, 2023, from <https://www.powerschool.com/classroom/schoology-learning/>
- Prenger, R., & Schildkamp, K. (2018). Data-based decision making for teacher and student learning: A psychological perspective on the role of the teacher. *Educational Psychology*, 38(6), 734–752. <https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1426834>
- Reinhold, F., Hoch, S., Werner, B., Richter-Gebert, J., & Reiss, K. (2020). Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students? *Learning and Instruction*, 65, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101264>
- Sampson, D., Papamitsiou, Z., Ifenthaler, D., Giannakos, M., Mougiakou, S., & Vinatsella, D. (2022). *Educational data literacy*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-11705-3>
- Schaumburg, H. (2021). Personalisiertes Lernen mit Digitalen Medien als Herausforderung für die Schulentwicklung. Ein systematischer Forschungsüberblick. *Medienpädagogik*, 41(Themenheft Inklusive Digitale Bildung), 134–166. <https://doi.org/10.21240/mpaed/41/2021.02.24.x>
- Schildkamp, K. (2019). Data-based decision-making for school improvement: Research insights and gaps. *Educational Research*, 61(3), 257–273. <https://doi.org/10.1080/00131881.2019.1625716>
- Schildkamp, K., Karbautzki, L., & Vanhoof, J. (2014). Exploring data use practices around Europe: Identifying enablers and barriers. *Studies in Educational Evaluation*, 42, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.10.007>
- Schildkamp, K., & Kuiper, W. (2010). Data-informed curriculum reform: Which data, what purposes, and promoting and hindering factors. *Teaching and Teacher Education*, 26, 482–496. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.06.007>
- Shen, J., & Cooley, V. E. (2008). Critical issues in using data for decision-making. *International Journal of Leadership in Education*, 11(3), 319–329. <https://doi.org/10.1080/13603120701721839>

- Snappet. (2023). Solution. A view of all classes at a glance? Retrieved November 9, 2023, from <https://snappet.org/solutions/a-view-of-all-classes-at-a-glance/>
- University of Oregon. (2023). NumberShire Integrated Tutor System: Supporting schools to scale up evidence-based education technology to improve math outcomes for students with disabilities. Retrieved November 13, 2023, from <https://ctl.uoregon.edu/research/projects/numbershire-integrated-tutor-system-supporting-schools-scale-evidence-based>
- Van der Kleij, F. M., Vermeulen, J. A., Schildkamp, K., & Eggen, T. J. H. M. (2015). Integrating data-based decision making, assessment for learning and diagnostic testing in formative assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 22(3), 324–343. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2014.999024>
- Van Geel, M., Keuning, T., Visscher, A. J., & Fox, J. P. (2016). Assessing the effects of a school-wide data-based decision-making intervention on student achievement growth in primary schools. *American Educational Research Journal*, 53(2), 360–394. <https://doi.org/10.3102/0002831216637346>
- Van Leeuwen, A., Knoop-van Campen, C. A. N., Molenaar, I., & Rummel, N. (2021). How teacher characteristics relate to how teachers use dashboards: Results from two case studies in K–12. *Journal of Learning Analytics*, 8(2), 6–21. <https://doi.org/10.18608/jla.2021.7325>
- Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L. (2013). Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1500–1509. <https://doi.org/10.1177/0002764213479363>
- Verbert, K., Govaerts, S., Duval, E., Santos, J. L., Van Assche, F., Parra, G., & Klerkx, J. (2014). Learning dashboards: An overview and future research opportunities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18, 1499–1514. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0751-2>
- Visscher, A. J. (2021). On the value of data-based decision making in education: The evidence from six intervention studies. *Studies in Educational Evaluation*, 69, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100899>
- Wilcox, G., Fernandez Conde, C., & Kowbel, A. (2021). Using evidence-based practice and data-based decision making in inclusive education. *Education Sciences*, 11(3), 1–11. <https://doi.org/10.3390/educsci11030129>
- Xhakaj, F., Aleven, V., & McLaren, B. M. (2016). How teachers use data to help students learn: Contextual inquiry for the design of a dashboard. In K. Verbert, M. Sharples, & T. Klobučar (Eds.), *Adaptive and adaptable learning. EC-TEL 2016. Lecture notes in computer science* (Vol. 9891, pp. 340–354). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_26
- Xhakaj, F., Aleven, V., & McLaren, B. M. (2017). Effects of a dashboard for an intelligent tutoring system on teacher knowledge, lesson plans and class sessions. In E. André, R. Baker, X. Hu, M. M. T. Rodrigo, & B. du Boulay (Eds.), *Proceedings of the 18th international conference on artificial intelligence in education (AIED 2017)*. LNAI 10331 (pp. 582–585). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61425-0_69

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Alina Hase has been Research Assistant in the project “Competencies for Digitally-Enhanced Individualized Practice” (CODIP) at Leuphana University of Lüneburg from 2020 to 2023. Her research and work focus on: Empirical research on schools and teaching regarding questions of data-based decision-making and digital teaching and learning in primary schools.

Poldi Kuhl has been Professor of Educational Psychology at Leuphana University of Lüneburg since 2021. Her research and work focus on: Empirical research on schools and teaching regarding questions of quality assessment and development in the educational system, school inclusion, digital teaching and learning, and teacher professionalization.

Artikel 2

Hase, A., Kahnbach, L., Kuhl, P., & Lehr, D. (2022). To use or not to use learning data. A survey study to explain German primary school teachers' usage of data from digital learning platforms for purposes of individualization. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.920498>

To use or not to use learning data. A survey study to explain German primary school teachers' usage of data from digital learning platforms for purposes of individualization

Abstract: Digital learning platforms (DLP) provide various types of information about student learning when used for learning and practice. This learning data holds potential for individualized instruction, which has become increasingly necessary for adequately addressing learners' individual needs. For primary schools in particular, this is important for developing inclusive schools. However, despite the potential of DLP and the learning data that can be obtained from them, they are rarely used by teachers. Furthermore, little is known about factors that lead teachers to use learning data for instruction and individual support. To address this research gap, we conducted an online cross-sectional survey study of N = 272 primary school teachers in Germany. After describing the respondents' current and previous usage of learning data from DLP, we used structural equation modeling (SEM) to test the influence of predictors on respondents' intention to use as well as their usage of learning data from DLP. Finally, we discuss the need for increased usage of learning data in teacher education and training, contributing to ongoing debates about the usage of digital learning data in educational research and practice.

Keywords: Data-Based Decision Making, digital learning platforms, individualization, Learning Analytics, primary school teacher, structural equation modeling, Theory of Planned Behavior

Der Volltext des Artikels ist unter dem oben genannten DOI abrufbar.



OPEN ACCESS

EDITED BY
David Scheer,
Ludwigsburg University of Education,
Germany

REVIEWED BY
Christine Espin,
Leiden University, Netherlands
Dennis Christian Hövel,
Interkantonale Hochschule für
Heilpädagogik (HfH), Switzerland

*CORRESPONDENCE
Alina Hase
hase@leuphana.de

SPECIALTY SECTION
This article was submitted to
Educational Psychology,
a section of the journal
Frontiers in Education

RECEIVED 14 April 2022
ACCEPTED 29 July 2022
PUBLISHED 18 August 2022

CITATION
Hase A, Kahnbach L, Kuhl P and Lehr D
(2022) To use or not to use learning
data: A survey study to explain German
primary school teachers' usage of data
from digital learning platforms
for purposes of individualization.
Front. Educ. 7:920498.
doi: 10.3389/educ.2022.920498

COPYRIGHT
© 2022 Hase, Kahnbach, Kuhl and
Lehr. This is an open-access article
distributed under the terms of the
[Creative Commons Attribution License
\(CC BY\)](#). The use, distribution or
reproduction in other forums is
permitted, provided the original
author(s) and the copyright owner(s)
are credited and that the original
publication in this journal is cited, in
accordance with accepted academic
practice. No use, distribution or
reproduction is permitted which does
not comply with these terms.

To use or not to use learning data: A survey study to explain German primary school teachers' usage of data from digital learning platforms for purposes of individualization

Alina Hase^{1*}, Leonie Kahnbach¹, Poldi Kuhl^{1,2} and Dirk Lehr^{1,3}

¹Competencies for Digitally-Enhanced Individualized Practice (CODIP), Department of Education, Leuphana University Lüneburg, Lüneburg, Germany, ²Department of Education, Institute of Educational Research, Leuphana University Lüneburg, Lüneburg, Germany, ³Department of Education, Institute of Psychology, Leuphana University Lüneburg, Lüneburg, Germany

Digital learning platforms (DLP) provide various types of information about student learning when used for learning and practice. This learning data holds potential for individualized instruction, which has become increasingly necessary for adequately addressing learners' individual needs. For primary schools in particular, this is important for developing inclusive schools. However, despite the potential of DLP and the learning data that can be obtained from them, they are rarely used by teachers. Furthermore, little is known about factors that lead teachers to use learning data for instruction and individual support. To address this research gap, we conducted an online cross-sectional survey study of $N = 272$ primary school teachers in Germany. After describing the respondents' current and previous usage of learning data from DLP, we used structural equation modeling (SEM) to test the influence of predictors on respondents' intention to use as well as their usage of learning data from DLP. Finally, we discuss the need for increased usage of learning data in teacher education and training, contributing to ongoing debates about the usage of digital learning data in educational research and practice.

KEYWORDS

Data-Based Decision Making, digital learning platforms, individualization, Learning Analytics, primary school teacher, structural equation modeling, Theory of Planned Behavior

Introduction

Today, teachers face a variety of challenges in their daily school life, including an increased number of administrative tasks, a heterogeneous student population, and the digitization of schools (Schmid et al., 2017; Tondeur et al., 2018). Overcoming these challenges can be exhausting, but also holds potential for the further development

of schools and teaching. More precisely, combining different challenges can provide additional opportunities for development. For example, digital learning platforms (DLP) can support the development of individual learning requirements in the context of inclusive education. This is especially relevant for primary schools due to their high heterogeneity (Schwab et al., 2017). The usage of DLP contributes to the ability of all learners to participate in the classroom (Vanbecelaere et al., 2020; Schaumburg, 2021). Regarding the support of learners, DLP hold an added value of particular importance: the availability of learning data. Using this learning data, teachers can track and reflect on individual learning processes and implement appropriate learning support (FitzGerald et al., 2018). To date, such data usage is found primarily in research on Data-Based Decision Making (DBDM) and Learning Analytics (e.g., Mandinach and Schildkamp, 2020; Blumenthal et al., 2021; Krein and Schiefner-Rohs, 2021). Although the benefits of using (digital) learning data have been highlighted in previous research, the factors that promote or hinder primary school teachers' usage of learning data from DLP, especially in Germany, remain mostly unconsidered. Therefore, based on the Theory of Planned Behavior (TPB) (Ajzen, 1991) and in consideration of further potentially influential factors, we conducted a cross-sectional survey study among German primary school teachers to investigate the antecedents of their intention to use and usage of learning data from DLP.

First, we consider digital media which collect learning data for the teacher, DLP, and their potential for individualized practice. We then address the usage of learning data in the context of instructional design. These two topics provide the contextual basis for the study to examine the intention to use and usage of learning data from DLP. Second, the introduction of the TPB will allow us to predict the intention to use as well as the usage of learning data from DLP based on an established model.

Digital learning platforms for individualized practice

According to Böhme et al. (2020), the aims of using digital media in schools are, on the one hand, the promotion of a critical use of digital media and, on the other hand, the support of learning. Especially in highly heterogeneous inclusive school settings, there is a great potential of digital media, as digital media have the potential to increase the participation of all students in the classroom (Vanbecelaere et al., 2020; Schaumburg, 2021). In this context, digital media can support teachers with diagnostic information and thus foster individualized learning offers (Schaumburg, 2021).

There are several types of digital media that can improve student learning, such as intelligent tutorial systems, drill-and-practice programs, or learning management systems

(Nattland and Kerres, 2009; Petko, 2014). However, in the context of this study, we did not study a specific type of digital media. Reinhold et al. (2020, p. 1) emphasize "that it is not the mere medium that does have an effect on learning outcomes, but rather the appropriate way of implementing it into the classroom as well as certain features that technology enhanced learning environments can offer." Therefore, the focus is on digital media that are used for individualized practice. To specify these, the term DLP is used comprehensively. As examples for DLP Anton or Bettermarks can be mentioned (Holmes et al., 2018; Schaumburg, 2021). Here, DLP contain the following characteristics: First, DLP include practice exercises that students can work on (Greller et al., 2014; Daniela and Rüdolf, 2019). During the assignment, DLP analyze the students' input and provide them with direct, formative feedback (Daniela and Rüdolf, 2019; Hillmayr et al., 2020). At the same time, student results (as an example for learning data) are stored and displayed on a teacher-dashboard within the DLP (Greller and Drachler, 2012; Greller et al., 2014). Furthermore, DLP create interaction with students and teachers as well as between them (Faustmann et al., 2019; Hillmayr et al., 2020). In the best case, DLP include the possibility of adaptive adjustments by the system itself or the teacher (Daniela and Rüdolf, 2019). In particular, by using learning data provided by DLP, teachers have the opportunity to provide individualized instruction to their students. The usage of learning data for instructional design—with both digital and analog data—has already been addressed in several research fields, which are presented in the following chapter.

Usage of learning data for instructional design

Under the term of DBDM—which refers to "the systematic collection and analysis of different kinds of data to inform educational decisions" (Mandinach and Schildkamp, 2020, p. 1)—learning data in teaching and learning processes became a major focus of research. Among others, DBDM can help teachers determine instructional steps that meet learners' diverse needs (Mandinach and Gummer, 2016; Prenger and Schildkamp, 2018; Peters et al., 2021). Because DBDM focuses on every child, not just children with identified special educational needs, it is consistent with the idea of an inclusive school environment (Mandinach and Gummer, 2013; Knickenberg et al., 2020). DBDM assumes that teachers collect a variety of data (i.e., quantitative, qualitative; analog, digital) in their daily practice. However, as a large amount of data is available, especially in the age of digitalization, teachers should consider which data they want to use and for what purpose (Schildkamp, 2019). Since the usage of DLP should be embedded in a pedagogical concept, the usage of learning data and the resulting decision making evokes

pedagogical actions (Molenaar and Knoop-van Campen, 2017; Kerres, 2018). Therefore, on the one hand, teachers need pedagogical knowledge, perceptions, and an openness to the fact that pedagogy changes with the integration of digital media and learning data. A positive attitude toward the usage of learning data is considered essential (Blumenthal et al., 2021). On the other hand, teachers need data literacy to analyze and appropriately interpret learning data and to set and implement learning goals (Schildkamp and Kuiper, 2010; Mandinach and Gummer, 2016; Molenaar and Knoop-van Campen, 2017; Krein and Schiefner-Rohs, 2021).

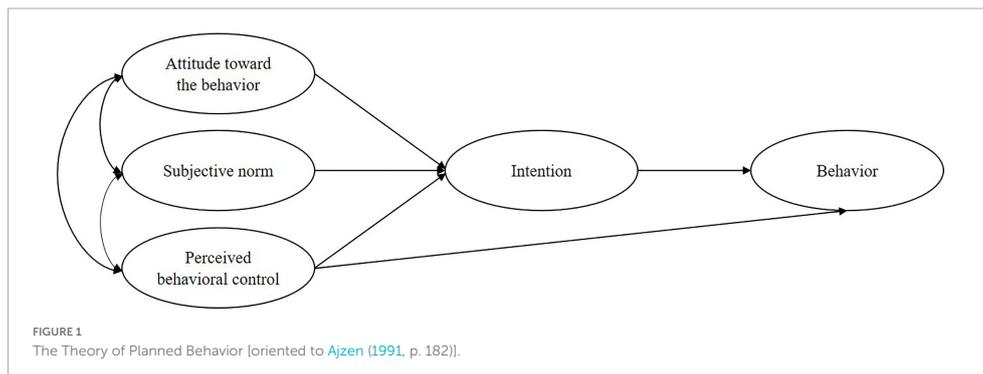
In recent years, the research field of Learning Analytics evolved. This can be seen as a further development of research on DBDM. Here, the usage of learning data is considered only in a digital context. Learning Analytics help teachers and learners to individualize learning processes based on digital learning data (Krein and Schiefner-Rohs, 2021). The idea of Learning Analytics grew due to the large amount of learning data collected with the help of digital technologies (Greller et al., 2014). Learning Analytics deal with digitally generated data that is analyzed and presented in real time (Ifenthaler and Drachler, 2020). Learning Analytics and DBDM pursue the same goal: Both concepts aim to support teachers in making pedagogical decisions based on learning data and not only on experience and intuition, for example, to enable individualized learning processes (Schildkamp and Kuiper, 2010; Greller et al., 2014). Digital learning data, as collected by DLP, include, for example, how long students practiced with the DLP, how many tasks they worked on, and whether they solved the tasks correctly or incorrectly.

Despite the potential of learning data for instructional design, it is, yet, not being used to a great extent for decision making among teachers (Schildkamp and Kuiper, 2010; Kippers et al., 2018). Especially in Germany, few teachers and schools have practiced DBDM to date. However, in other countries such as the United States and the Netherlands, DBDM is already being implemented more frequently (Blumenthal et al., 2021;

Schaumburg, 2021). Studies of DBDM have found positive effects for students and teachers in primary schools. For example, Keuning et al. (2019) showed that teachers' data usage had a positive impact on student achievement in mathematics and spelling. Anderson et al. (2020) found that progress monitoring—which is also a DBDM concept to identify learning problems—can help students acquire reading skills and help teachers to address student heterogeneity. Further, Souvignier et al. (2021) reported that student achievement in reading and mathematics improved after a progress monitoring intervention. Peters et al. (2021) identified the potential of DBDM for teachers dealing with particularly low-performing students. Molenaar and Knoop-van Campen (2018) observed teachers' usage of learning data from DLP and found that Dutch teachers referred to the learning data multiple times during their instruction and that the data influenced their pedagogical actions. Although some studies have addressed DBDM and Learning Analytics in school contexts, there is still a need for further research. The usage of learning data retrieved especially from DLP and the intention to use the learning data for individualized instruction has not been covered empirically. Therefore, a need for research is indicated (Molenaar and Knoop-van Campen, 2017; Blumenthal et al., 2021; Schaumburg, 2021).

Explaining teachers' behavioral intention and usage of learning data

In order to better understand why primary school teachers use data from DLP (or not), further studies are needed. To gain insights into the factors which are associated to teachers' intention to use and their usage of learning data from DLP, we refer to the TPB (Figure 1; Ajzen, 1991) as a theoretical framework. Also, teacher-specific factors are considered additionally. Since this research focuses on the usage of learning data from DLP and not on the usage of the DLP as a technology, the TPB is preferred over



models that address acceptance of technology, such as UTAUT (Venkatesh et al., 2003).

The TPB was developed as an extension of the Theory of Reasoned Action (Fishbein and Ajzen, 1975) and aims to explain and predict human behavior in various situations (Ajzen, 1991). Fundamental to the explanation of behavior is that actual behavior is predicted by intended behavior. A high behavioral intention increases the probability for actual behavior. In some instances, there is a gap between intention and behavior. Accordingly, though a person might have a specific intention, the behavior is not always performed (Sheeran, 2002). The TPB attempts to explain this intention-behavior-gap by considering the factors that influence intention as well as by examining the relationship between the intention and the actual behavior (Sheeran, 2002). According to the TPB, an intention is predicted by attitudes toward the behavior, subjective norms, and perceived behavioral control (Ajzen, 1991). Attitude refers to a person's positive or negative feelings toward a behavior. The subjective norm includes the expectations a person has about the reactions of others. Finally, perceived behavioral control contains the estimation of the person's skills, competencies, and resources to perform the behavior (Nistor, 2020).

In educational research, TPB has proven to be a useful instrument to explain teachers' intentions and actual behavior. TPB has been used in (primary) teaching studies on inclusive education and individualized student support (Hellmich et al., 2019; Knauder and Koschmieder, 2019), DBDM (Pierce et al., 2013; Prenger and Schildkamp, 2018), and technology acceptance (Teo and Tan, 2012). In a cross-sectional survey study on $N = 290$ German primary school teachers, Hellmich et al. (2019) identified the school principal's expectations as indicators of subjective norms as the largest factor influencing teachers' intentions to implement inclusive education. Positive attitudes toward inclusion and teachers' self-efficacy beliefs about organizing inclusive education were also, but were found to be less important. Knauder and Koschmieder (2019) applied the TPB to investigate teachers' intrinsic and extrinsic motivational intentions to support students individually as well as to predict teachers' individualized support and lesson design in a cross-sectional survey study involving $N = 488$ Austrian primary school teachers. For the intrinsic motivational intention, they found a strong association between attitude and individualized support, but no significant influence of subjective norms and perceived behavioral control (Knauder and Koschmieder, 2019). This was different for extrinsic motivational intention. Here, school as a factor of subjective norms had a significant influence on the intention to support students, whereas attitude and perceived behavioral control did not predict their extrinsic motivational intention to support students individually (Knauder and Koschmieder, 2019). For the context of DBDM, the TPB model was also able to explain teachers' intention to use data from different sources to inform their teaching. Also, in a cross-sectional survey

study of approximately 1,000 Australian teachers, Pierce et al. (2013) used the TPB model to gain insights into teachers' perceptions of factors influencing their intention to use data from national testing in their lesson planning, confirming the usefulness of the TPB model in explaining teachers' intention to use data. Prenger and Schildkamp (2018) tested an extended version of the TPB model (affective and instrumental attitude, subjective norms, perceived behavioral control, self-efficacy, collective efficacy) to explain teachers' intentions as well as their instructional data usage related to curriculum assessments. They conducted a cross-sectional survey study with $N = 131$ primary school teachers in the Netherlands. Perceived behavioral control predicted instructional data usage, whereas, intention to use data was significantly predicted only by affective attitude and instrumental attitude (Prenger and Schildkamp, 2018). Teo and Tan (2012) reported that TPB is a useful instrument for explaining technology acceptance in educational contexts. In a cross-sectional survey study of $N = 293$ Singapore pre-service teachers, attitude toward technology were found to have the greatest influence on intention to use technology. Perceived behavioral control and subjective norms were also identified but were found to be less important predictors (Teo and Tan, 2012). The abovementioned studies indicate the relevance of the TPB model in educational research. To date, however, no study has used TPB to examine teachers' usage of learning data received from digital media such as DLP in the context of individualization.

Since "teaching is an activity where teachers enact their conceptions about teaching and learning" (Yan et al., 2021, p. 229), it might be useful to consider other factors besides the TPB Model in order to gain more insight. The TPB model includes only a few personal factors and these factors are particularly related to the investigated behavior. However, a systematic review demonstrated the relevance of other factors, such as teaching beliefs, to the implementation of formative assessment (Yan et al., 2021). Accordingly, it can be assumed that the didactic context in which learning data from DLP is used should be considered. Learning data from DLP is related to the usage of DLP, is embedded in practice, contains feedback, is used for individualization, and is to be regarded overall in the context of data-based instructional design. Other studies that have examined the usage of media didactics in the classroom in general hypothesized that didactical concepts have an influence on the intention to use digital media in schools (Tappe, 2017; Gellerstedt et al., 2018). This assumption is also adopted in the present study and will be tested to predict teachers' intention to use learning data obtained from DLP.

Purpose and research questions

The theoretical overview above illustrated that digital media, especially DLP, are suitable to address the challenges of

heterogeneous groups of students and to support and encourage learners individually. Learning data from DLP are of great importance in this context. Research on DBDM and Learning Analytics highlights the utility of learning data for instructional design. However, the reasons why teachers intend to use, use or do not use learning data from DLP have not yet been investigated. Therefore, this study—with reference to the TPB—seeks to answer the following research questions:

1. To what extent do primary school teachers in Germany use learning data from DLP for individualization?
2. What predicts teachers' intentions to use and the usage of learning data from DLP?

Materials and methods

Study design

To gain insights into German primary school teachers' technology and data acceptance, we conducted an online cross-sectional survey study using LimeSurvey from October to December 2021. The study was developed from a psychological and educational perspective as part of the Competencies for Digitally-Enhanced Individualized Practice (CODIP) project. In this article, we focus on clarifying teachers' intentions to use and their usage of learning data from DLP. An examination of the acceptance of DLP itself will be provided in another publication. Primary school teachers from the northern German federal states Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Western Pomerania, Lower Saxony, and Schleswig Holstein were recruited by sending emails to their schools. In addition, teachers were reached *via* social media, and we also commissioned a market research panel to recruit teachers. Participation in the online survey took an average of 20 min.

The study was preregistered at Open Science Framework before we accessed the research data.¹ Additionally, because the study involved human subjects, it was reviewed and approved by the Ethics Committee of the Leuphana University Lüneburg. Furthermore, the study was approved by the respective education offices of each involved federal state.

Participants

To find participants, 2,684 schools in northern Germany were contacted. The resulting total sample of the study consisted of $N = 272$ primary school teachers who were predominantly female (86%). This distribution corresponds to the findings obtained by the survey of the Federal Statistical Office for the school year 2020/21 (Federal Statistical Office of Germany, 2022). Most participants

were between 40–49 and 50–59 years old (each 28%), 19% were between 30–39 years, 13% were older than 60 years, and 12% were younger than 30 years. The distribution is roughly in line with the information from the Federal Statistical Office, in which the 40–49-year age group is the largest, with the 30–39-year age group second, followed by the 50–59-year age group (Federal Statistical Office of Germany, 2022). Work experience was also captured by time ranges. Most of the teachers had 11–20 years of work experience (28%), followed by 26% with 21–30 years of work experience, while 20% of the teachers were career starters with up to 5 years of work experience. The remaining teachers had 6–10 years (13%), 31–40 years (11%), and more than 40 years (2%) of work experience.

Survey instrument

The online survey started with an introductory video. This self-created video included a definition of DLP and its resulting learning data. The definitions were intended to ensure that all participants had the same understanding of DLP and learning data from DLP. Similarly, teachers who do not have experience with learning data from DLP can answer the questionnaire based on the video. The questions were divided into four sections: (1) DLP, (2) learning data from DLP, (3) digital media, and (4) didactical concepts. The sections relevant for this article Sections “Purpose and research questions,” “Materials and methods,” and “Results” will be described in detail below. All scales used in the survey were adapted from existing measures or were based on theoretical assumptions. The item wordings were altered to the context of usage of data from DLP. Table 1 summarizes all characteristics of the scales used within this research context.

Learning data from digital learning platforms

Following TPB (Ajzen, 1991) as a theoretical framework to explain teachers' intentions to use learning data from DLP, we used scales to assess teachers' self-reported data usage, their intentions to use learning data from DLP, their attitude toward learning data from DLP, their perceived behavioral control regarding learning data from DLP and their subjective norm regarding learning data from DLP.

To assess *data usage* in the context of individualization we developed items on purpose-related usages like using data from DLP for identifying student needs, setting learning goals, or revising lessons based on individual needs. Because to date no study had examined teachers' usage of learning data from DLP, we adapted items on general usage of learning data to this context. This also applies to the following scales concerning learning data from DLP.

Within this questionnaire, *intention to use data from DLP* was measured using three different stages. Thus, the items addressing the intention to use included thinking about a behavior, planning the behavior, as well as the determination of the intention to actually perform the behavior. Still, if teachers answered that they have not used learning data from DLP yet,

¹ <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/PG6R4>

TABLE 1 Scale characteristics.

	Number of items	Response scale	Most representative item	References
Usage of data from DLP	5	1 = No, never for this reason–4 = Yes, regularly for this reason	"I use data from DLP to set learning goals for individual students"	Moore and Shaw, 2017
Intention to use data from DLP	3	1 = No–4 = Yes	"I plan to use data from digital learning platforms for my teaching within the current school term"	Venkatesh et al., 2003; Tappe, 2017
Attitude toward data from DLP	8	1 = Does not apply at all–4 = Applies completely; 5 = I cannot tell	"I find data from digital learning platforms useful"	Wayman et al., 2016
Perceived behavioral control regarding data from DLP	4	1 = Does not apply at all–4 = Applies completely; 5 = I cannot tell	"I am good at adapting lessons based on data from digital learning platforms"	Wayman et al., 2016
Subjective norm regarding data from DLP	4	1 = Very low level–4 = Very high level; 5 = I cannot tell	"Colleagues influence me to use data from DLP"	Venkatesh et al., 2003; Tappe, 2017
Usage of digital media	10	1 = Yes 2 = No	"learning videos such as YouTube"	Schmid et al., 2017
Attitude toward digital media	8	1 = Does not apply at all–4 = Applies completely	"I like to use digital media for my lesson planning"	Venkatesh et al., 2003; Tappe, 2017; Petko et al., 2018; Schaumburg and Prasse, 2019
Practice	6	1 = Never–4 = Regular	"I let my students practice with tasks where I can see particularly well whether the essentials have been understood"	Jäger and Helmke, 2008; Baumert et al., 2009
Individual support	4	1 = Never–4 = Regular	"I give the students different tasks depending on their ability"	Institute for Quality Development Hessen, 2012
Feedback	4	1 = Never–4 = Regular	"I tell the students in which areas they can still improve"	PISA, 2017
Data-based instructional design	6	1 = Never–4 = Regular	"I use data as the basis for conversations with parents"	Wayman et al., 2016

All items were taken from the given references and adapted to the context of this study.

they got an additional information before answering the items regarding the intention to use learning data from DLP. We asked teachers to answer the next items to the best of their ability, and to think about potential use if necessary.

Based on theoretical background, *attitude*, *perceived behavioral control*, and *subjective norm* should predict teachers' intention to use learning data from DLP and their usage. Regarding *attitudes toward learning data from DLP*, items were devoted to the benefits of data usage for the teacher, as well as items focused on improvements for students. The items on *perceived behavioral control regarding learning data from DLP* captured how teachers assessed their own ability to use learning data from DLP. Here, using learning data was again focused on aspects of individualization and additionally on aspects of instructional design. Within the items on *subjective norm regarding learning data from DLP*, teachers were asked to rate how much they think other professionally relevant groups of people (students, parents, colleagues, school administrators) expect them to use learning data from DLP. We also provided an option to give no answer as the items of these scales were mandatory to be able to proceed the questionnaire.

Digital media

In addition to the TPB model, research data on other factors were collected to elucidate the intention to use learning data from DLP. For this purpose, we asked teachers about the *digital media they use*. Teachers had to indicate for ten

different digital media whether they use them as part of their teaching. The focus was less on technical devices and more on applications such as learning management systems or learning videos. A sum score was calculated across the ten items to indicate teachers' proneness to usage of digital media for instruction. Additionally, the questionnaire contained items regarding teachers' *attitudes toward digital media*. These items also contained positive attitudinal statements regarding benefits to teachers and students, but with focus on digital media in general.

Didactical concepts

When using DLP and the resulting data, the pedagogical context requires closer consideration. Therefore, we included items on didactical concepts in our survey instrument. Related to our research aim to better understand teachers' intention to use learning data from DLP we integrated items regarding *practice*, *individual support*, *feedback*, and *data-based instructional design* within our study. The didactic concepts were not related to digitalization in order to find out how important these concepts were for teachers in their lessons independently from the usage of data from DLP.

The scale *Practice* consisted of items assessing automated and elaborated practice as those are different ways to practice. Since individual instructional design can benefit from the usage of learning data from DLP, items on *Individual support* were used to its importance for teachers' instruction. The scale

Feedback inquired the extent to which teachers provide feedback to their students in the classroom. With the scale *Data-driven instructional design*, we determined whether teachers also use learning data without a digital medium to design their lessons and to encourage and challenge learners. A mean value was calculated for each scale.

Statistical methods

Missing data

Non-response occurred when participants did not answer all items of a scale or used the alternative response option, *I cannot tell*. To cope with missing data, we used multiple imputation (Van Buuren, 2012), using the mice package in R-Studio. The multiple imputation was based on a created predictor matrix with 10 iterations.

Data analysis

To answer the first research question, the research data on usage of learning data from DLP were analyzed descriptively. Descriptive statistics were compiled for all scales in preparation for explaining the intention to use and the usage of learning data from DLP.

To answer the second research question, we used structural equation modeling (SEM). The SEM method was chosen as it enables to consider all variables in one model at once, acting as both independent and dependent variables. SEM combines factor and path analysis in order to separate measurement error influences from true influences. In addition, SEM can be used to check the fit of a model with the data set (Schumacker and Lomax, 2010; Eid et al., 2017).

We first examined the TPB model as our Model 1. Since this was applied to a novel context, we checked all connections of the variables (i.e., also attitude and subjective norm for usage and not only for intention to use). In another SEM, Model

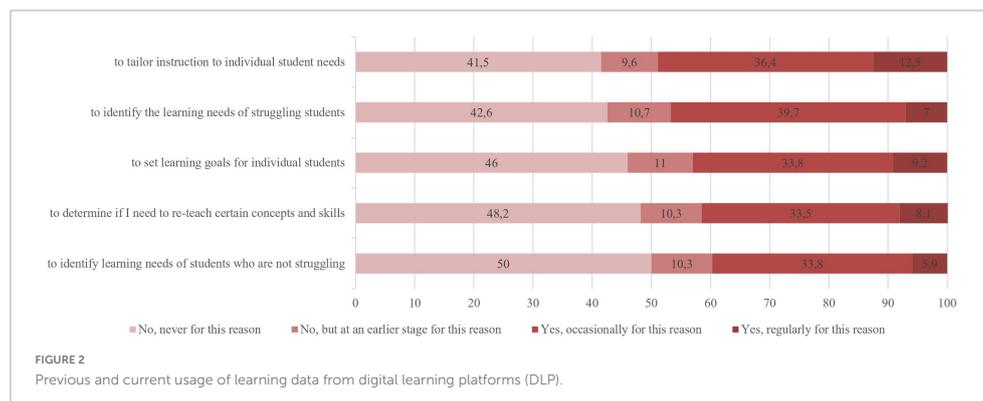
2, we tested the extended TPB model that included additional predictors. Following Tappe (2017) and Gellerstedt et al. (2018), the additional predictors are tested only in relation to the intention to use learning data from DLP and not in relation to the self-reported usage. We specified that the difference in the explained variance between both models (ΔR^2) must be ≥ 0.05 for the extended model to provide a meaningful improvement compared to Model 1. For the purpose of this article, we used model fit values according to the following guidelines: As a criterion for the acceptance of the overall model, we assumed that χ^2/df should be ≤ 3.00 (Homburg and Giering, 1997). For the comparative fit index (CFI), values ≥ 0.90 indicate a good fit (Garson, 2009). Additionally, the root mean square error of approximation (RMSEA) should be ≤ 0.05 to be accepted as a good model fit or ≤ 0.08 for an acceptable model fit. The associated *p*-value of RMSEA must be ≥ 0.05 (Browne and Cudeck, 1993). All analyses were conducted using R-Studio.

Results

To what extent do German primary school teachers use learning data from digital learning platforms for individualization?

It was part of the survey to ask teachers about their previous and current usage of learning data from DLP for five different purposes of individualization (Figure 2). The self-reported usage is utilized as a dependent variable in the main analyses, but to answer research question 1 it is also examined descriptively.

Figure 2 shows that the teachers were divided into data users and non-users of roughly equal size across all five purposes. Up to 50% of the teachers had never used learning data from DLP for either of the specific purposes targeting individualization.



The majority of the teachers (58.5%) had used learning data from DLP to tailor instruction to individual students' needs. Of these, 48.9% claimed to currently use the learning data occasionally or regularly. Further, 46.7% of teachers reported that they currently used learning data from DLP to identify the learning needs of struggling students occasionally or regularly. Another 10.7% of participants had used the learning data at an earlier time. The third most common reason for using learning data from DLP was to set learning goals for individual students. Here, 11.0% of teachers had used learning data in the past and 43.0% currently did so. A total of 51.9% of teachers had previously used (10.3%) or currently use (41.6%) learning data from DLP to determine whether they needed to re-teach certain concepts and skills. Teachers were least likely to use learning data from DLP to identify the learning needs of students who were not struggling. Here, exactly 50.0% of the participants used learning data for this reason and correspondingly, the same number of participants did not. As with the previous purpose, 10.3% of teachers had used the learning data at an earlier time. The remaining teachers (39.7%) currently used the learning data at the time of the survey. The results showed that learning data from DLP were used by teachers to similar extents for different purposes.

What predicts teachers' intentions to use and the usage of learning data from digital learning platforms?

In preparation for the main analyses, we analyzed the descriptive statistics and reliability of all scales (Table 2). Since the reliability analyses yielded acceptable to excellent values for all scales, this issue is not considered further.

Results of the descriptive statistics showed that the mean score for *intention to use learning data from DLP* was $M = 2.75$. That is, on average, participants were slightly more likely to imagine using learning data from DLP within the school year

to design their lessons than to imagine not using them. A closer look at the evaluation of the items for the intention showed that 78% of teachers had an intention to use learning data from DLP. Thereby, the intention to use learning data differed among these teachers regarding its intensity. The remaining 22% of teachers had no intention to use learning data from DLP. An example item to assess the intention to use was "I plan to use learning data from digital learning platforms for my teaching within the current school term." Even though the items on the self-reported usage of learning data from DLP have already been considered in more detail (Section "To what extent do German primary school teachers use learning data from digital learning platforms for individualization?"), the mean value should also be mentioned here ($M = 2.07$). An example item for the usage scale was "I use data from digital learning platforms to set learning goals for individual students."

On average, the participants reported more positive than negative *attitudes toward learning data from DLP* ($M = 2.75$). This implies, for example, that teachers agreed that they find learning data from DLP useful. The mean for all participants regarding the scale *perceived behavioral control regarding learning data from DLP* was about moderate ($M = 2.53$). Thus, we could not make a clear determination about whether or not teachers might be able to deal with learning data from DLP. While some teachers stated that they are already able to use learning data from DLP other stated they cannot. For the *subjective norm regarding learning data from DLP* scale, the average answer showed a tendency toward negative response options ($M = 2.22$). This suggests that teachers were not particularly influenced by, for example, their colleagues to use learning data from DLP.

With regard to the *usage of digital media*, the teachers were asked about the use of ten different types of digital media in their lessons. We then calculated the sum score with a mean of $M = 5.19$. This showed that the teachers on average used about half of the digital media given. Teachers, on average, highly approved items regarding the *attitude toward digital media*

TABLE 2 Descriptive statistics and reliability analyses.

	Mean	SD	Range	Skew	Kurtosis	α
Usage of data from DLP	2.07	0.9	3	0.24	-1.22	0.9
Intention to use data from DLP	2.75	0.85	3	-0.35	-0.51	0.9
Attitude toward data from DLP	2.75	0.62	3	-0.3	0.21	0.9
Perceived behavioral control regarding data from DLP	2.53	0.75	3	-0.45	-0.44	0.9
Subjective norm regarding data from DLP	2.22	0.71	3	0.16	-0.29	0.8
Usage of digital media	5.19	1.83	10	0.02	-0.15	
Attitude toward digital media	3.03	0.51	2.88	-0.51	0.41	0.88
Practice	3.21	0.49	3	-1.41	3.77	0.75
Individual support	3.35	0.53	3	-0.82	0.69	0.75
Feedback	3.51	0.47	3	-1.04	1.86	0.77
Data-based instructional design	3.21	0.78	3	-1.25	1.19	0.94

$N = 272$.

($M = 3.03$). That is, teachers, on average, rather liked working with digital media in the classroom.

For most teachers, the didactical concepts considered, i.e., *practice*, *individual support*, *feedback*, and *data-based instructional design* certainly mattered in their teaching. Practicing was considered relevant by teachers on average ($M = 3.21$). For example, *practice* could be represented by the following item “I let my students practice with tasks where I can see particularly well whether the essentials have been understood.” Participants also perceived *individual support* to be relevant to their teaching with $M = 3.35$. For example, teachers occasionally to regularly gave their students tasks that fit their needs. Giving *feedback* appeared to be the most relevant didactic concept for teachers, as indicated by the mean of $M = 3.51$. On average, teachers occasionally to regularly told their students in which areas they could improve. For *data-based instructional design*, $M = 3.21$ showed the same

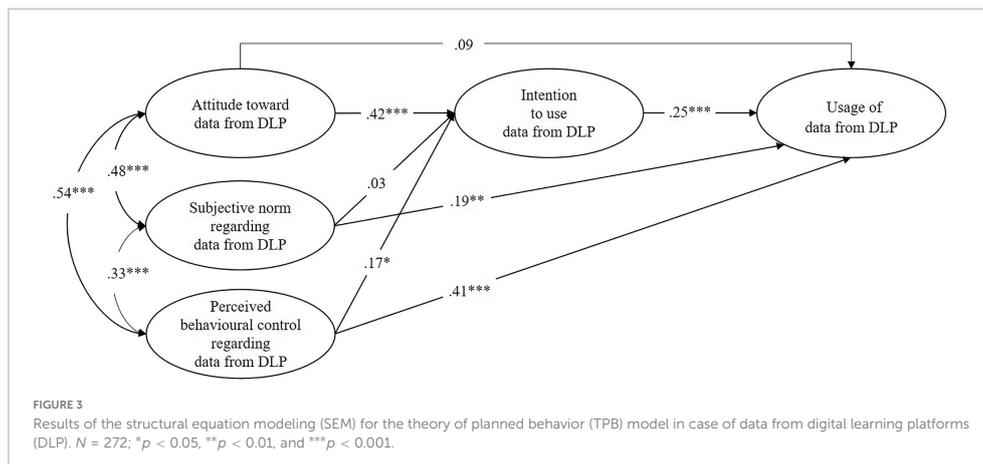
mean value as for practicing. Accordingly, teachers tended to use learning data occasionally; for example, as a basis for conversations with parents.

To finally answer the second research question, we predicted teachers’ intention to use learning data from DLP as well as their self-reported usage of learning data from DLP by firstly their *attitude*, *perceived behavioral control*, *subjective norm* and secondly as well by their *usage of digital media*, *attitude toward digital media*, *practice*, *individual support*, *feedback*, and *data-based instructional design*. The correlation matrix of all predictors with the intention to use and the usage of learning data from DLP is shown in **Table 3**. **Cohen (1988)** was followed in interpreting the correlation coefficients. Low to moderate significant correlations with intention to use learning data from DLP were found for all independent variables except for *practice*. *Attitude*, *perceived behavioral control*, *usage of digital media*, and *attitude toward digital media* showed moderate correlations

TABLE 3 Correlation matrix of all factors for all participants.

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Usage of data from DLP	1										
2 Intention to use data from DLP	0.50***	1									
3 Attitude toward data from DLP	0.45***	0.49***	1								
4 Perceived behavioral control regarding data from DLP	0.54***	0.40***	0.48***	1							
5 Subjective norm regarding data from DLP	0.35***	0.23***	0.41***	0.28***	1						
6 Usage of digital media	0.37***	0.35***	0.21***	0.29***	0.10	1					
7 Attitude toward digital media	0.37***	0.39***	0.56***	0.40***	0.16**	0.31***	1				
8 Practice	0.02	0.07	0.10	-0.04	0.09	0.04	0.12*	1			
9 Individual support	0.17**	0.18**	-0.05	0.12*	0.07	0.18**	0.15**	0.26***	1		
10 Feedback	0.21***	0.22***	0.05	0.13*	0.08	0.10	0.10	0.20***	0.49***	1	
11 Data-based instructional design	0.18**	0.18**	0.13*	0.30***	-0.02	0.11	0.16**	0.33***	0.29***	0.33***	1

$N = 272$; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, and *** $p < 0.001$.



with teachers' intentions to use learning data from DLP. A high positive correlation was found for intention to use learning data from DLP with usage of learning data from DLP. Additionally, the correlation matrix showed low to high correlations with usage of learning data from DLP and the other variables except for practice. Here, perceived behavioral control showed a high correlation with teachers' intentions to use learning data from DLP whereas moderate correlations were found for attitude, subjective norm, usage of digital media, and attitude toward digital media.

To examine the association of all variables in one model, we performed SEM. First, we considered the TPB model in its original form, but considered attitude and subjective norm as predictors for teachers' usage of data from DLP as well (Figure 3). Secondly, we extended the TPB model with additional variables: usage of digital media, attitude toward digital media, and didactical concepts (Figure 4). The influence of the additional variables was only tested regarding the intention to use data from DLP. Table 4 provides the standardized beta values of all relationships for both models.

Based on the confirmatory factor analysis, a good model fit could be established for Model 1: $\chi^2(242) = 385.65$, $\chi^2/df = 1.60$, $p \leq 0.001$. With a CFI = 0.95, the value represented a good model fit. The RMSEA = 0.05, with $p = 0.73$, and 90% CI [0.04, 0.06], could also be classified as good. Taking a closer look at the results of the first SEM, the intention to use data from DLP was mostly significantly predicted by teachers' attitudes toward learning data from DLP. Thus, teachers with a positive attitude toward the usage of learning data from DLP showed a higher intention to use it. Additionally, the perceived behavioral control regarding learning data from DLP also significantly predicted the intention to use learning data from DLP. Similarly, teachers who assessed their skills in using learning data from DLP as good showed a higher usage intention. In contrast, no significant associations were found for subjective norm regarding learning data from DLP. Regarding the usage of data from DLP, teachers' intentions to use learning data from DLP as well as their perceived behavioral control regarding learning data from DLP and subjective norm regarding learning data from DLP turned out as significant predictors. In this context, perceived behavioral control was most significant in explaining the model. Thus, we found that teachers use learning data from DLP when they perceive themselves as competent enough to do so or when other persons like colleagues influenced teachers' interest in using such learning data. With Model 1 we were able to explain 30% of the variance of the intention to use data from DLP and 51% of the variance of the usage of learning data from DLP.

Also for Model 2 a good model fit was established: $\chi^2(1277) = 1971.79$, $p \leq 0.001$, $\chi^2/df = 1.60$. Even though the CFI of 0.90 was a bit lower here, it could still be described as good. The RMSEA = 0.05, with $p = 0.99$, and 90% CI [0.04, 0.05], could also be classified as good. Model 2 explained 38% of the variance of the intention to use data from DLP and 52%

of the variance of the usage of learning data from DLP. As the additional predictors were tested only in relation to the intention to use learning data from DLP, only the consideration of ΔR^2 for intention was interesting. Following our default that an increase in explained variance becomes practically relevant only when $\Delta R^2 \geq 0.05$, a $\Delta R^2 = 0.08$ shows that the second model differed meaningfully from the first model. Therefore, Model 2 should be considered. In addition to the TPB variables, this model contained digital media (usage, attitude) and didactical concepts (practice, individual support, feedback, data-based instructional design). Again, attitude toward learning data from DLP most strongly predicted the intention to use learning data from DLP. In contrast to Model 1, perceived behavioral control regarding learning data from DLP did not predict teachers' intentions to use learning data from DLP. Of the added factors, usage of digital media was found to be a significant predictor of teachers' intentions to use learning data from DLP. Thus, in addition to teachers' attitudes, the usage of several types of digital media was predictive for their intention to use learning data from DLP. Other didactical concepts showed no significant association with the intention to use data from DLP. The previously identified predictors for the usage of data from DLP remained the same: intention to use data from DLP, perceived behavioral control regarding data from DLP, and subjective norm regarding data from DLP.

Discussion

Summary

The presented study provides a valuable insight into German primary school teachers' intention to use and usage of data from DLP. In this cross-sectional survey study, on the one hand, we were able to describe the usage of learning data from DLP for purposes of individualization. On the other hand, we predicted teachers' intention to use learning data from DLP as well as their usage with variables from the established TPB model (Model 1) as well as an extended TPB model (Model 2).

Regarding the first research question, about half of all participants indicated that they were already using learning data from DLP for various purposes of individualization. For example, identifying struggling students' learning needs led to great consent among the teachers. This emphasizes the added value of DBDM in the school context: Theoretical articles and empirical studies have cited the determination of appropriate instructional steps for students' individual learning needs as a reason for data usage (Mandinach and Gummer, 2016; Prenger and Schildkamp, 2018; Peters et al., 2021). Similarly, research on educational technologies has reported on the potential of DLP to provide information about students' needs from learning data (Greller et al., 2014; Schaumburg, 2021). Nevertheless, half of all teachers who participated in the survey did not use learning data

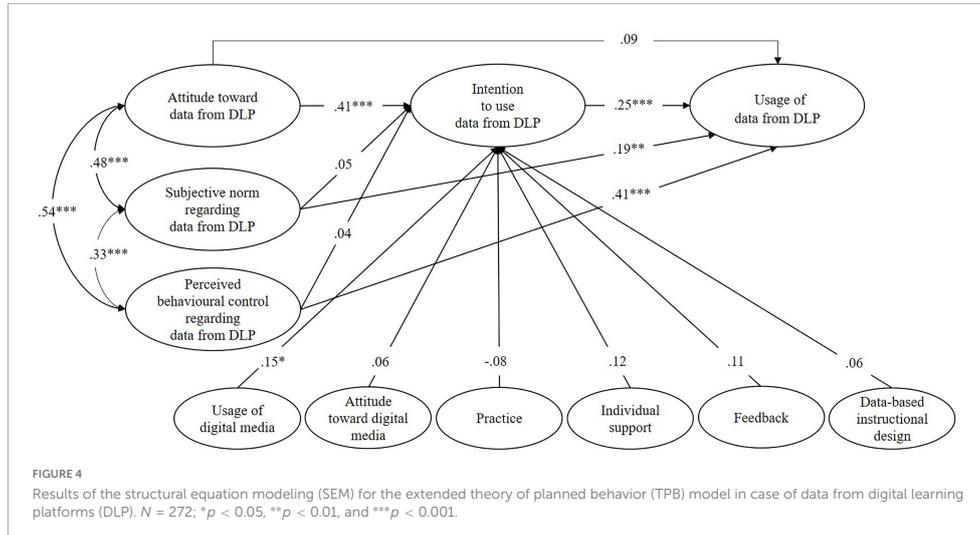


TABLE 4 Standardized beta values of all relationships in the structural equation model.

	Model 1: TPB			Model 2: extended TPB		
	β	SE	R^2	β	SE	R^2
Intention to use data from DLP			0.30			0.38
Attitude toward data from DLP	0.42***	0.16		0.41***	0.19	
Perceived behavioral control regarding data from DLP	0.17*	0.10		0.04	0.11	
Subjective norm regarding data from DLP	0.03	0.13		0.05	0.13	
Usage of digital media				0.15*	0.03	
Attitude toward digital media				0.06	0.11	
Practice				-0.08	0.17	
Individual support				0.12	0.18	
Feedback				0.11	0.22	
Data-based instructional design				0.06	0.09	
Usage of data from DLP			0.51			0.52
Intention to use data from DLP	0.25***	0.07		0.25***	0.07	
Attitude toward data from DLP	0.09	0.16		0.09	0.15	
Perceived behavioral control regarding data from DLP	0.41***	0.10		0.41***	0.09	
Subjective norm regarding data from DLP	0.19**	0.13		0.19**	0.12	

$N = 272$; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, and *** $p < 0.001$.

from DLP. A non-use of learning data was also found in other studies (Kippers et al., 2018; Blumenthal et al., 2021). For this reason, it was important to further investigate the reasons for the intention to use and usage of learning data from DLP.

With regard to the second research question on predictors of intention to use and usage of learning data from DLP, teachers' attitudes toward learning data from DLP proved to be the most relevant predictor for intention to use learning

data from DLP in both models. Therefore, teachers need a positive mindset about learning data from DLP in order to consider using them. Teo and Tan (2012) also found the highest influence of attitude as a factor of the TPB model when they predicted teachers' intentions to use technology in school. Likewise, Blumenthal et al. (2021) identified attitude toward data—independently of TPB—as an important predictor for the intention to use data for educational decisions. In contrast to

previous studies, however, subjective norm had no effect on the intention to use learning data from DLP (Teo and Tan, 2012; Hellmich et al., 2019; Knauder and Koschmieder, 2019). This might be explained by the fact that teachers in Germany are quite independent in their lesson planning and often do not receive regulations regarding the choice of their methods (Kerres, 2020). The irrelevance of subjective norm changed when considering the TPB variables in terms of the usage of learning data from DLP. Here, subjective norm regarding learning data from DLP significantly predicted teachers' usage of learning data from DLP. In return, the attitude toward learning data from DLP had no influence on the explanation of the usage of learning data from DLP. The relevance of perceived behavioral control regarding learning data from DLP and the irrelevance of attitude toward learning data from DLP to the usage of learning data from DLP is consistent with the findings of Knauder and Koschmieder (2019) on the consideration of TPB with respect to individualized instructional design but is also in contrast to the findings of other studies (Prenger and Schildkamp, 2018; Hellmich et al., 2019). As expected, intention to use learning data from DLP had a significant influence on the usage of learning data from DLP. Nevertheless, an intention-behavior gap is evident here as well (Ajzen, 1991; Sheeran, 2002): More teachers have the intention to use, but fewer actually realize the usage of learning data from DLP. This may be due to the fact that it takes more than just a positive attitude to use it. It also requires competencies—expressed here in perceived behavioral control—that must first be acquired. The addition of further variables led to a meaningful improvement of the model, but only the previous usage of digital media could be identified as a significant predictor of the intention to use learning data from DLP. Therefore, it is helpful for teachers to be able to imagine the usage of learning data from DLP if they have already gained experience with other digital media. From this we can assume that there would also be a significant association between the intention to use or the usage of the DLP and the intention to use learning data from DLP. The extension of a predictive model to include didactical concepts, like the importance of feedback or the usage of data-based instructional design, as proposed by Tappe (2017) and Gellerstedt et al. (2018), yielded no success in this study. We conclude that even though the TPB model proved to be very robust and the influence of additional predictors was small, it seems useful to consider the teacher's instructional context when explaining teachers' intentions to use learning data from DLP in future studies.

Strengths and limitations

To the best of our knowledge, this is the first study to examine primary teachers' intention to use and usage of learning data from DLP in the context of individualization in

Germany. In this context, an already established theoretical model proved useful in the cross-sectional survey study and was tested with additional factors. Nevertheless, there are some limitations to this study.

In this study, the TPB model was considered in terms of both teachers' intentions and usage of learning data from DLP. However, it is worth noting that teacher respondents were only surveyed at a single point in time, as it is desirable to observe the intentional and behavioral change over a certain time between the first and the second measurement. Accordingly, the results should be confirmed in a longitudinal survey. Nevertheless, for comparability with other studies of the TPB, both intention and usage were included in our analyses. Moreover, the usage—as well as the other items—was only self-reported by the teachers, thus there is a possibility of distortion. The real usage of learning data from DLP, how it is designed, and if it is beneficial for learning of students is left unanswered and should be subject of further research.

Further, although all primary school teachers in Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Western Pomerania, Lower Saxony, and Schleswig Holstein were contacted via their schools and invitations were issued on social media to participate in the survey, only a small number of primary school teachers took part in the survey study. Nevertheless, this number met the previously calculated sample size and analyses were conducted. In addition, it can be assumed that the sample is characterized by media-literate teachers, as the respondents were recruited via e-mail and social media and the questionnaire was conducted online. The frequency of usage might be overestimated.

Outlook

This study was able to explain primary school teachers' intention to use and the usage of learning data from DLP especially for individualization. Doing so, this study contributes to the growing body of research on the potentials of DBDM and Learning Analytics in the context of inclusive schooling. Nevertheless, further empirical research is needed based on these findings. We have already been able to explain part of the intention to use and the usage of data from DLP, however, some reasons for the (non) use still remain unexplained. These need to be investigated in further studies. In this context, we also recommend qualitative studies, for example interviews with primary school teachers, in order to elaborate further relevant factors. Since students in primary schools are particularly heterogeneous, we focused on primary school teachers. However, an investigation of the model would also be interesting for secondary school teachers. In addition to our findings regarding predictors of intention to use and usage, it would be valuable to better understand what motivates teachers to use or not use learning data from DLP. Moreover, it would

be interesting to find out more about how teachers use learning data from DLP, especially in the context of individualization, and whether this use has an impact on learning effectiveness. To this end, qualitative studies like interviews, school-based observation studies, or additional quantitative studies are desirable. Furthermore, it would certainly be worthwhile to take a closer look at teachers' competencies for using learning data from DLP and to investigate the influence on their intention to use as well as their usage.

The results of this study indicate that it is also necessary to consider its implications for teacher education and training. Consideration needs to be given to how teachers' attitudes toward the usage of learning data from DLP, as well as their perceived behavioral control, can be fostered in teacher trainings to increase their usage of learning data from DLP. Because DBDM, especially in DLP contexts, can support teachers in establishing individualized learning opportunities, this can help to meet the needs of all students best.

Data availability statement

The raw data supporting the conclusions of this article will be provided by the authors upon request.

Ethics statement

The studies involving human participants were reviewed and approved by Ethics Committee of the Leuphana University Lüneburg. The participants provided their written informed consent to participate in this study.

Author contributions

AH had the main role in writing the original draft. LK, PK, and DL contributed in editing the manuscript. AH and

LK mainly conducted the analyses. All authors contributed to funding acquisition and project administration and approved the submitted version.

Funding

This study was funded by the Open Access Publication Fund of the Leuphana University Lüneburg. This study developed within the CODIP project. CODIP is funded by the Quality Initiative Teacher Training (Qualitätsoffensive Lehrerbildung), a joint initiative of Federal Government and the German states. The financial means were provided by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) (Support code: 01JA2002).

Acknowledgments

We thank the teachers from our development team for their help in revising the questionnaire and our student assistants for their support in data evaluation.

Conflict of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's note

All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

References

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organ. Behav. Hum. Decision Process.* 50, 179–211. doi: 10.1016/0749-5978(91)90020-T
- Anderson, S., Jungjohann, J., and Gebhardt, M. (2020). Effects of using curriculum-based measurement (CBM) for progress monitoring in reading and an additive reading instruction in second classes. *Zeitschrift für Grundschulforschung* 13, 151–166. doi: 10.1007/s42278-019-00072-5
- Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Dubberke, T., Jordan, A., Klusmann, U., et al. (2009). *Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz (COACTIV): Dokumentation der Erhebungsinstrumente [Teachers' professional knowledge, cognitively activating mathematics instruction, and the development of mathematical competence (COACTIV): documentation of survey instruments]*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Blumenthal, S., Blumenthal, Y., Lembke, E. S., Powell, S. R., Schultze-Petzold, P., and Thomas, E. R. (2021). Educator Perspectives on Data-Based Decision Making in Germany and the United States. *J. Learn. Disabilities* 54, 284–299. doi: 10.1177/0022219420986120
- Böhme, R., Munser-Kiefer, M., and Prestridge, S. (2020). Lernunterstützung mit digitalen Medien in der Grundschule: Theorie und Empirie zur Wirkweise zentraler Funktionen und Gestaltungsmerkmale [Support Learning with Digital Media in Elementary School: Theory and Empirical Evidence on the Effectiveness of Key Functions and Design Features]. *Zeitschrift für Grundschulforschung* 13, 1–14. doi: 10.1007/s42278-019-00066-3
- Browne, M. W., and Cudeck, R. (1993). "Alternative ways of assessing model fit," in *Testing Structural Equation Models*, eds K. A. Bollen and J. S. Long (Newbury Park, CA: Sage Publications), 136–162.

- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Daniela, L., and Rüdolf, A. (2019). "Learning platforms: how to make the right choice," in *Didactics of Smart Pedagogy: Smart Pedagogy for Technology Enhanced Learning*, ed. L. Daniela (Cham: Springer), 191–209. doi: 10.1007/978-3-030-01551-0
- Eid, M., Gollwitzer, M., and Schmitt, M. (2017). *Statistik und Forschungsmethoden [Statistics and research methods]*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Faustmann, G., Lemke, C., Kirchner, K., and Monett, D. (2019). "Which factors make digital learning platforms successful," in *Proceedings of the 13th Annual International Technology, Education and Development Conference, Valencia, 6777–6786*. doi: 10.21125/inted.2019.1651
- Federal Statistical Office of Germany (2022). *Allgemeinbildende Schulen: Fachserie 11 Reihe 1 – Schuljahr 2020/2021 [General education schools: Subject-matter series 11 series 1 – School year 2020/2021]*. Available online at: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Schulen/Publikationen/_publikationen-innen-schulen-allgemeinbildende.html (Accessed on March 28, 2022).
- Fishbein, M., and Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, Intention and Behaviour: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- FitzGerald, E., Jones, A., Kucirkova, N., and Scanlon, E. (2018). A literature synthesis of personalised technology-enhanced learning: what works and why. *Res. Learn. Technol.* 26, 1–16. doi: 10.25304/rlt.v26.2095
- Garson, G. D. (2009). *Structural Equation Modeling*. Asheboro, NC: Statistical Associates Publishers.
- Gellerstedt, M., Babaheidari, S. M., and Svensson, L. (2018). A first step towards a model for teachers' adoption of ICT pedagogy in schools. *Heliyon* 4, 1–17. doi: 10.1016/j.heliyon.2018.e00786
- Greller, W., and Drachler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Educ. Tech. Soc.* 15, 42–57.
- Greller, W., Ebner, M., and Schön, M. (2014). Learning analytics: From theory to practice – data support for learning and teaching. *Communicat. Comp. Inform. Sci.* 439, 79–87. doi: 10.1007/978-3-319-08657-6_8
- Hellmich, F., Löper, M. F., and Görel, G. (2019). The role of primary school teachers' attitudes and self-efficacy beliefs for everyday practices in inclusive classrooms: A study on the verification of the "Theory of Planned Behaviour". *J. Res. Special Educ. Needs* 19, 36–48. doi: 10.1111/1471-3802.12476
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., and Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Comput. Educ.* 153, 1–25. doi: 10.1016/j.compedu.2020.103897
- Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H., and Mavrikis, M. (2018). *Technology-enhanced Personalised Learning. Untangling the Evidence*. Stuttgart: Robert Bosch Stiftung.
- Homburg, C., and Giering, A. (1997). Konzeptualisierung und Operationalisierung komplexer Konstrukte: Ein Leitfadens für die Marketingforschung [Conceptualization and operationalization of complex constructs – A guideline for marketing research]. *Marketing* 18, 5–24.
- Iffenthaler, D., and Drachler, H. (2020). "Learning Analytics: Spezielle Forschungsmethoden in der Bildungstechnologie [Learning analytics: special research methods in educational technology]," in *Handbuch Bildungstechnologie [Educational Technology Handbook]*, eds H. Niegemann and A. Weinberger (Berlin: Springer), 515–534. doi: 10.1007/978-3-662-54368-9_42
- Institute for Quality Development Hessen (2012). *Hessischer Referenzrahmen Schulqualität: Dokumentation der Fragebogen [Hessian Reference Framework for School Quality: Documentation of the questionnaires]*. Wiesbaden: Institute for Quality Development (IQ) Hessen.
- Jäger, R. S., and Helmke, A. (2008). *Mathematik-Gesamterhebung Rheinland-Pfalz: Kompetenzen, Unterrichtsmerkmale, Schulkontext (MARKUS) (Version 1) [Mathematics Survey Rhineland-Palatinate: Competencies, Instructional Characteristics, School Context (MARKUS) (Version 1)]*. Berlin: IQB – Institute for Educational Quality Improvement, https://doi.org/10.5159/IQB_MARKUS_v1
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote [Media didactics. Conception and development of digital learning offers]*. Berlin: De Gruyter, doi: 10.1515/9783110456837
- Kerres, M. (2020). Against All Odds: Education in Germany Coping with Covid-19. *Postdigital Sci. Educ.* 2, 690–694. doi: 10.1007/s42438-020-00130-7
- Keuning, T., van Geel, M., Visscher, A., and Fox, J.-P. (2019). Assessing and validating effects of a data-based decision-making intervention on student growth for mathematics and spelling. *J. Educ. Measure.* 56, 757–792. doi: 10.1111/jedm.12236
- Kippers, W. B., Wolterinck, C. H. D., Schildkamp, K., and Poortman, C. L. (2018). Teachers' views on the use of assessment for learning and data-based decision making in classroom practice. *Teach. Teach. Educ.* 75, 199–213. doi: 10.1016/j.tate.2018.06.015
- Knauder, H., and Koschmieder, C. (2019). Individualized student support in primary school teaching: A review of influencing factors using the Theory of Planned Behavior (TPB). *Teach. Teach. Educ.* 77, 66–76. doi: 10.1016/j.tate.2018.09.012
- Knickenberg, M., Zurbriggen, C. L. A., Venetz, M., Schwab, S., and Gebhardt, M. (2020). Assessing dimensions of inclusion from students' perspective: measurement invariance across students with learning disabilities in different educational settings. *Eur. J. Special Needs Educ.* 35, 287–302. doi: 10.1080/08856257.2019.1646958
- Krein, U., and Schiefner-Rohs, M. (2021). Data in Schools: (Changing) Practices and Blind Spots at a Glance. *Front. Educ.* 6:672666. doi: 10.3389/educ.2021.672666
- Mandinach, E. B., and Gummer, E. S. (2013). A Systemic View of Implementing Data Literacy in Educator Preparation. *Educ. Res.* 42, 30–37. doi: 10.3102/0013189X12459803
- Mandinach, E. B., and Gummer, E. S. (2016). What does it mean for teachers to be data literate: Laying out the skills, knowledge, and dispositions. *Teach. Teach. Educ.* 60, 366–376. doi: 10.1016/j.tate.2016.07.011
- Mandinach, E. B., and Schildkamp, K. (2020). Misconceptions about data-based decision making in education: An exploration of the literature. *Stud. Educ. Eval.* 2020:100843. doi: 10.1016/j.stueduc.2020.100842
- Molenaar, I., and Knoop-van Campen, C. A. N. (2017). *Teacher Dashboards in Practice: Usage and Impact, in Data Driven Approaches in Digital Education: EC-TEL 2017. LNCS 10474*. Basel: Springer Cham, 15–138. doi: 10.1007/978-3-319-66610-5_10
- Molenaar, I., and Knoop-van Campen, C. A. N. (2018). How teachers make dashboard information actionable. *IEEE Transac. Learn. Technol.* 12, 347–355. doi: 10.1109/TLT.2018.2851585
- Moore, R., and Shaw, T. (2017). *Teachers' Use of Data: An Executive Summary*. Available online at: <https://www.act.org/content/dam/act/unsecured/documents/R1661-teachers-use-of-data-2017-12.pdf> (accessed July 29, 2021).
- Nattland, A., and Kerres, M. (2009). "Computerbasierte Medien im Unterricht [Computer-based media in the classroom]," in *Handbuch Unterricht [Teaching Handbook]*, eds K.-H. Arnold, J. Wiechmann, and U. Sandfuchs (Bad Heilbrunn: Klinkhardt), 317–323.
- Nistor, N. (2020). "Akzeptanz von Bildungstechnologien [Acceptance of Education Technology]," in *Handbuch Bildungstechnologie [Educational Technology Handbook]*, eds H. Niegemann and A. Weinberger (Berlin: Springer), 535–545. doi: 10.1007/978-3-662-54368-9_46
- Peters, M. T., Förster, N., Hebbeker, K., Forthmann, B., and Souvignier, E. (2021). Effects of data-based decision-making on low-performing readers in general education classrooms: cumulative evidence from six intervention studies. *J. Learn. Disabilities* 54, 334–348. doi: 10.1177/0022194211011580
- Petko, D. (2014). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien [Introduction to Media Didactics: Teaching and learning with digital media]*. Weinheim: Beltz.
- Petko, D., Prasse, D., and Cantieni, A. (2018). The interplay of school readiness and teacher readiness for educational technology integration: A structural equation model. *Comput. Sch.* 35, 1–18. doi: 10.1080/07380569.2018.1428007
- Pierce, R., Chick, H., and Gordon, I. (2013). Teachers' perceptions of the factors influencing their engagement with statistical reports on student achievement data. *Aust. J. Educ.* 57, 237–255. doi: 10.1177/0004944113496176
- PISA (2017). *Teacher Questionnaire for PISA 2018: General Teacher. Main Survey Version*. Available online at: <https://www.oecd.org/pisa/data/2018database> (Accessed on July 29, 2021).
- Prenger, R., and Schildkamp, K. (2018). Data-based decision making for teacher and student learning: a psychological perspective on the role of the teacher. *Educ. Psychol.* 38, 734–752. doi: 10.1080/01443410.2018.1426834
- Reinhold, F., Hoch, S., Werner, B., Richter-Gebert, J., and Reiss, K. (2020). Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students? *Learn. Instr.* 65, 1–19. doi: 10.1016/j.learninstruc.2019.101264
- Schaumburg, H. (2021). Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien als Herausforderung für die Schulentwicklung: Ein systematischer Forschungsüberblick [Personalized Learning with Digital Media as a Challenge for School Development: A Systematic Research Review]. *MedienPädagogik* 41, 134–166. doi: 10.21240/mpaed/41/2021.02.24.X

- Schaumburg, H., and Prasse, D. (2019). *Medien und Schule: Theorie – Forschung – Praxis [Media and school: Theory – Research – Practice]*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Schildkamp, K. (2019). Data-based decision-making for school improvement: Research insights and gaps. *Educ. Res.* 61, 257–273. doi: 10.1080/00131881.2019.1625716
- Schildkamp, K., and Kuiper, W. (2010). Data-informed curriculum reform: Which data, what purposes, and promoting and hindering factors. *Teach. Teach. Educ.* 26, 482–496. doi: 10.1016/j.tate.2009.06.007
- Schmid, U., Goertz, L., and Behrens, J. (2017). *Monitor Digitale Bildung: Die Schulen im digitalen Zeitalter [Digital Education Monitor: Schools in the digital age]*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung, doi: 10.11586/2017041
- Schumacker, R. E., and Lomax, R. G. (2010). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. New York, NY: Routledge.
- Schwab, S., Hellmich, F., and Görel, G. (2017). Self-efficacy of prospective Austrian and German primary school teachers regarding the implementation of inclusive education. *J. Res. Special Educ. Needs* 17, 205–217. doi: 10.1111/1471-3802.12379
- Sheeran, P. (2002). Intention–behavior relations: A conceptual and empirical review. *Eur. Rev. Social Psychol.* 12, 1–36. doi: 10.1080/14792772143000003
- Souvignier, E., Förster, N., Hebbecker, K., and Schütze, B. (2021). “Using Digital Data to Support Teaching Practice – quop: An Effective Web-Based Approach to Monitor Student Learning Progress in Reading and Mathematics in Entire Classrooms,” in *International Perspectives on School Settings, Education Policy and Digital Strategies: A Transatlantic Discourse in Education Research*, eds A. Wilmers and S. Jörnitz (Leverkusen: Verlag Barbara Budrich), 283–298. doi: 10.2307/j.ctv1gbrzf4.20
- Tappe, E.-H. (2017). *Lernen durch Mediengestaltung: Entwicklung eines Konzeptes zur Unterstützung mediendidaktischer Lehre im Schulalltag [Learning through Media Design: Development of a Concept to Support Media Didactic Teaching in Everyday School Life]*. [dissertation]. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität.
- Teo, T., and Tan, L. (2012). The Theory of Planned Behavior (TPB) and Pre-Service Teachers' technology acceptance: A validation study using structural equation modeling. *J. Technol. Teach. Educ.* 20, 89–104.
- Tondeur, J., Aesaert, K., Prestidge, S., and Consuegra, E. (2018). A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies. *Comput. Educ.* 122, 32–42. doi: 10.1016/j.compedu.2018.03.002
- Van Buuren, S. (2012). *Flexible Imputation of Missing Data*. New York, NY: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Vanbecelaere, S., Cornillie, F., Depaepe, F., Guerrero, R. G., Mavrikis, M., Vasalou, M., et al. (2020). “Technology-mediated personalised learning for younger learners,” in *Proceedings of the 2020 ACM Interaction Design and Children Conference: Extended Abstracts*, eds S. Price, E. Rubegni, and A. Vasalou (New York, NY: ACM), 126–134. doi: 10.1145/3397617.3398059
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., and Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Q.* 27, 425–478.
- Wayman, J. C., Wilkerson, S. B., Cho, V., Mandinach, E. B., and Sopovitz, J. A. (2016). *Guide to using the Teacher Data Use Survey (REL 2017–166)*. Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Regional Educational Laboratory Appalachia.
- Yan, Z., Li, Z., Panadero, E., Yang, M., Yang, L., and Lao, H. (2021). A systematic review on factors influencing teachers' intentions and implementations regarding formative assessment. *Assess. Educ.* 28, 228–260. doi: 10.1080/0969594X.2021.1884

Artikel 3

Hase, A., & Kuhl, P. (2024). Datengestützte Entscheidungsfindung trifft Digitalisierung – Einblicke in die prozesshafte unterrichtliche Nutzung digitaler Lerndaten von Grundschullehrkräften. *Zeitschrift für Bildungsforschung*. <https://doi.org/10.1007/s35834-024-00434-9>

Datengestützte Entscheidungsfindung trifft Digitalisierung – Einblicke in die prozesshafte unterrichtliche Nutzung digitaler Lerndaten von Grundschullehrkräften

Zusammenfassung: Grundschullehrkräfte begegnen in ihrem Unterrichtsalltag einer großen Heterogenität. Die individuellen Lernbedürfnisse der Schüler:innen zu identifizieren und dafür passende Lösungen zu finden, kann für Lehrkräfte herausfordernd sein. Digitale Lernplattformen können hierbei Unterstützung bieten: Werden digitale Lernplattformen zum Üben im Unterricht eingesetzt, stehen der Lehrkraft anschließend vielfältige Daten über den Lernprozess ihrer Schüler:innen zur Verfügung. Aus den gewonnenen Informationen können sie Individualisierungs- und Differenzierungsmaßnahmen ableiten. Die Nutzung von Daten für Entscheidungen im Schul- und Unterrichtskontext, wird in der Forschung zur datenbasierten Entscheidungsfindung (data-based decision making) genauer betrachtet. So existieren bereits Ansätze, wie die Nutzung von Daten zur Entscheidungsfindung zirkulär und prozesshaft modelliert werden kann. Für den deutschsprachigen Kontext ist die prozesshafte Nutzung digitaler Daten zur Unterrichtsgestaltung jedoch noch weitgehend unerforscht. Mit diesem Beitrag wird eine explorative Studie vorgestellt, die Erkenntnisse zu der Frage beiträgt, wie Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen weiterführend für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen und wie diese Nutzung entlang des Kreislaufes der datenbasierten Entscheidungsfindung beschrieben werden kann. Die Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt auf Grundlage eines qualitativen Forschungsdesigns mit einer Methodentriangulation aus Interviews, Lautem Denken und Beobachtungen. Dabei zeigt sich, dass die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte entlang der fünf Schritte der datenbasierten Entscheidungsfindung beschrieben werden kann. So werden auch interindividuelle Unterschiede zwischen den Lehrkräften sichtbar. Einige Lehrkräfte betrachten nur die Daten, die von der Lernplattform in einem Dashboard zur Verfügung gestellt werden, ohne diese weiter zu verwenden. Andere Lehrkräfte interpretieren die Daten und ziehen hieraus Konsequenzen für ihre weitere Unterrichtsgestaltung. Die Erkenntnisse aus den Interviews, dem Verfahren des Lauten Denkens sowie der Unterrichtsbeobachtungen werden miteinander verzahnt und diskutiert. Abschließend werden Implikationen für die Bildungspraxis und -forschung abgeleitet.

Schlüsselwörter: Datenbasierte Entscheidungsfindung, Digitale Lernplattformen, Grundschullehrkräfte, Unterrichtsgestaltung

Der Volltext des Artikels ist unter dem oben genannten DOI abrufbar.

Zeitschrift für Bildungsforschung
<https://doi.org/10.1007/s35834-024-00434-9>

zbf
ZEITSCHRIFT FÜR BILDUNGSFORSCHUNG



EMPIRISCHER ORIGINALBEITRAG

Datenbasierte Entscheidungsfindung trifft Digitalisierung – Einblicke in die prozesshafte unterrichtliche Nutzung digitaler Lerndaten durch Grundschullehrkräfte

Alina Hase · Poldi Kuhl

Eingegangen: 4. September 2023 / Überarbeitet: 9. Juli 2024 / Angenommen: 17. Juli 2024
© The Author(s) 2024

Zusammenfassung Grundschullehrkräfte begegnen in ihrem Unterrichtsalltag einer großen Heterogenität. Die individuellen Lernbedürfnisse der Schüler:innen zu identifizieren und dafür passende Lösungen zu finden, kann für Lehrkräfte herausfordernd sein. Digitale Lernplattformen können hierbei Unterstützung bieten: Werden digitale Lernplattformen zum Üben im Unterricht eingesetzt, stehen der Lehrkraft anschließend vielfältige Daten über den Lernprozess ihrer Schüler:innen zur Verfügung. Aus den gewonnenen Informationen können sie Individualisierungs- und Differenzierungsmaßnahmen ableiten. Die Nutzung von Daten für Entscheidungen im Schul- und Unterrichtskontext, wird in der Forschung zur datenbasierten Entscheidungsfindung (data-based decision making) genauer betrachtet. So existieren bereits Ansätze, wie die Nutzung von Daten zur Entscheidungsfindung zirkulär und prozesshaft modelliert werden kann. Für den deutschsprachigen Kontext ist die prozesshafte Nutzung digitaler Daten zur Unterrichtsgestaltung jedoch noch weitgehend unerforscht. Mit diesem Beitrag wird eine explorative Studie vorgestellt, die Erkenntnisse zu der Frage beiträgt, wie Lehrkräfte Daten aus digitalen Lernplattformen weiterführend für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen und wie diese Nutzung entlang des Kreislaufes der datenbasierten Entscheidungsfindung beschrieben werden kann. Die Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt auf Grundlage eines qualitativen Forschungsdesigns mit einer Methodentriangulation aus Interviews, Lautem Denken und Beobachtungen. Dabei zeigt sich, dass die Nutzung von Daten aus digitalen Lernplattformen durch Grundschullehrkräfte entlang der fünf Schritte der datenbasierten Entscheidungsfindung beschrieben werden kann. So werden auch interindividuelle Unterschiede

✉ Alina Hase
Zukunftszentrum Lehrkräftebildung, Fakultät Bildung, Leuphana Universität Lüneburg, Lüneburg,
Deutschland
E-Mail: alina.hase@icloud.com

Poldi Kuhl
Institute of Psychology in Education (IPE), Fakultät Bildung, Leuphana Universität Lüneburg,
Lüneburg, Deutschland

Published online: 13 August 2024

Springer

zwischen den Lehrkräften sichtbar. Einige Lehrkräfte betrachten nur die Daten, die von der Lernplattform in einem Dashboard zur Verfügung gestellt werden, ohne diese weiter zu verwenden. Andere Lehrkräfte interpretieren die Daten und ziehen hieraus Konsequenzen für ihre weitere Unterrichtsgestaltung. Die Erkenntnisse aus den Interviews, dem Verfahren des Lauten Denkens sowie der Unterrichtsbeobachtungen werden miteinander verzahnt und diskutiert. Abschließend werden Implikationen für die Bildungspraxis und -forschung abgeleitet.

Schlüsselwörter Datenbasierte Entscheidungsfindung · Digitale Lernplattformen · Grundschullehrkräfte · Unterrichtsgestaltung

Data-based decision making meets digitization—Insights into primary school teachers’ procedural instructional use of digital learning data

Abstract Primary school teachers face a great degree of heterogeneity in their daily teaching. Identifying the individual learning needs of their pupils and finding suitable solutions can be challenging for them. Digital learning platforms can offer support here: If digital learning platforms are used for practicing in class, teachers have a wide range of data about their students’ learning process at their disposal. With the information that teachers gain from the data, they can derive individualization and differentiation measures. Research on data-based decision making shows that data can be used for decisions in the school and teaching context. There are already approaches for modeling the use of data for decision-making in a circular and process-based manner. For the German-speaking context, however, the process-based use of digital data for instructional design is still widely unexplored. This paper introduces an exploratory study that contributes insights into how teachers use data from digital learning platforms to inform their teaching and how this use can be described along the circle of data-based decision making. To answer the research question, a qualitative research design with a method triangulation of interviews, thinking aloud and observations was used. The results show that the use of data from digital learning platforms by primary school teachers can be described along the five steps of data-based decision-making, but that there are inter-individual differences between the teachers. For example, some teachers only take a look at the data provided by the learning platform in a dashboard without using it further. Other teachers also interpret the data and derive implications for their further lesson planning. The findings from the interviews, the thinking aloud method and the lesson observations are combined, discussed and implications for educational practice and research are derived.

Keywords Data-based decision making · Digital learning platforms · Instructional design · Primary school teachers

1 Einleitung

Lern- und Unterrichtsdaten werden zunehmend für die Unterrichtsgestaltung genutzt, da sie den Lernerfolg positiv beeinflussen können, aber auch eine Differenzierung und Individualisierung ermöglichen (Hebbecke et al. 2022; Hillmayr et al. 2020; Schmid et al. 2022; Van Geel et al. 2016). Unter Differenzierung wird eine Variation des Lernangebots für verschiedene Lerngruppen verstanden, wohingegen bei der Individualisierung Anpassungen für jede:n einzelne:n Schüler:in vorgenommen werden (Dumont 2018). Gerade in Grundschulen, in denen keine äußere Differenzierung zu anderen Schulformen stattfindet, ist die Schülerschaft sehr heterogen zusammengesetzt. Deshalb werden eine innere Differenzierung und Individualisierung besonders wichtig (Dumont 2018). Spätestens aber mit der Umsetzung inklusiver (Grund-)Schulen sind Maßnahmen zur Differenzierung und Individualisierung für alle Lehrkräfte relevant (Kruse und Dederich 2017). Auch in den Studien zur Gestaltung guten Unterrichts wird die Wichtigkeit von Differenzierung und Individualisierung hervorgehoben (Hardy et al. 2019; Hattie und Zierer 2019; Klieme 2020). Für einen differenzierten und individualisierten Unterricht müssen die Bedürfnisse der Schüler:innen zunächst identifiziert werden (Bieber und Gerick 2022). Hierbei können im Unterricht gesammelte Lern- und Unterrichtsdaten helfen. Die Lehrkräfte erhalten so Einblick in die Lernprozesse ihrer Schüler:innen und können ihre Unterstützung an deren aktuelle Bedürfnisse anpassen (Gelderblom et al. 2016; Kippers et al. 2018; Lai und Schildkamp 2013). Die individuellen Stärken und Schwächen von Lernenden während des Unterrichts zu erkennen, ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die durch den Einsatz digitaler Lernplattformen (DLP) in Übungsprozessen erleichtert werden kann (Mougiakou et al. 2023). So werden über die DLP vielfältige Daten generiert (Knoop-van Campen und Molenaar 2020; Mandinach und Schildkamp 2021; Schaumburg 2021). Allerdings folgt aus einer Verfügbarkeit von Daten nicht zwangsläufig auch deren umfassende prozesshafte Nutzung (Kippers et al. 2018; Schildkamp 2019). Nicht alle Lehrkräfte sehen die Potenziale dieser Daten, sondern stützen ihre Unterrichtsgestaltung oftmals auf ihre Intuition (Gelderblom et al. 2016; Hebbecke et al. 2022). (Grundschul-)Lehrkräfte – gerade in Deutschland – greifen bislang noch selten auf digitale Daten zurück (u. a. Drossel et al. 2019; Hase et al. 2022; Schaumburg 2021; Schildkamp et al. 2014). Im Rahmen dieses Beitrages wird ein spezifischer Blick auf die Nutzung von Daten aus DLP gerichtet. Anhand eines qualitativen Forschungsdesigns wird die prozesshafte Nutzung von Daten aus DLP für die Unterrichtsgestaltung von Grundschullehrkräften beschrieben.

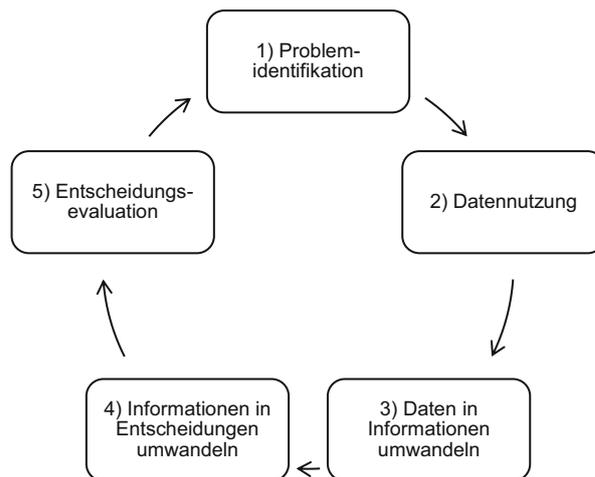
2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Datenbasierte Entscheidungsfindung

In Schule und Unterricht werden fortlaufend Daten von Lernenden erfasst (Lai und Schildkamp 2013). Dazu zählen Ergebnisse von Übungsaufgaben ebenso wie Beobachtungen zum Lernverhalten oder Ergebnisse in Schulleistungsstudien (Gelderblom et al. 2016). Entsprechend definieren Lai und Schildkamp (2013) Daten im Kon-

text der Forschung zur datenbasierten Entscheidungsfindung (data-based decision making) als im Schul- und Unterrichtskontext gesammelte und organisierte Informationen, die bestimmte Aspekte von Schule abbilden. Dabei wird die prozesshafte Nutzung von Daten oft in folgende drei Zwecke unterteilt: Rechenschaftspflicht, Schulentwicklung und Unterrichtsgestaltung (Breiter und Light 2006; Hebbecke et al. 2022; Schildkamp et al. 2017). Unter der Rechenschaftspflicht wird die Nutzung von Daten zur Berichterstattung gegenüber schulischen Akteur:innen verstanden. Hierbei ist beispielsweise auf der schulsystemischen Ebene an bildungspolitische Entscheidungen zu denken. Werden Daten zum Zweck der Schulentwicklung genutzt, steht die Weiterentwicklung der Schule als gesamte Institution im Fokus; zum Beispiel können Daten auf eine notwendige Überarbeitung des schuleigenen Lehrplans oder die Fortbildung von Lehrkräften hinweisen. Die Weiterentwicklung des eigenen Unterrichts wird adressiert, wenn Daten zum Zweck der Unterrichtsgestaltung genutzt werden. Dabei wird das Ziel verfolgt, die eigene Unterrichtsgestaltung so zu optimieren, dass sich die Leistungen der Lernenden verbessern (Schildkamp et al. 2017). Anhand der Informationen, die Lehrkräfte aus Daten über die Lernstände und -bedürfnisse ihrer Schüler:innen gewinnen, können sie z. B. individuelle Lernziele festlegen, Übungsaufgaben anpassen und weiterführendes Feedback geben. Gerade im Hinblick auf die Gestaltung guten Unterrichts wird die Berücksichtigung heterogener Lernvoraussetzungen als relevant erachtet (Hattie und Zierer 2019; Klieme 2020). Die internationale Forschung, insbesondere in den Niederlanden und in den USA, konnte zwar zu allen drei Zwecken der datenbasierten Entscheidungsfindung Erkenntnisse gewinnen, der Schwerpunkt liegt jedoch auf der Weiterentwicklung von Schule und Unterricht (u. a. Gelderblom et al. 2016; Hoogland et al. 2016; Krein und Schiefner-Rohs 2021; Mandinach und Schildkamp 2021; Schildkamp et al. 2017). In Deutschland konzentriert sich die Bildungsforschung bisher v. a. auf die Zwecke der Schulentwicklung und Rechenschaftspflicht (u. a. Altenrath et al. 2021; Demski und Racherbäumer 2017; Thiel et al. 2019). Jedoch gibt es auch neuere Bestrebungen, die datenbasierte Entscheidungsfindung zum Zweck der Verbesserung von Lehr-Lern-Prozessen – gerade im Hinblick auf

Abb. 1 Kreislauf der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung von Lehrkräften (nach Mandinach und Gummer 2016)



differenzierten und individualisierten Unterricht – zu untersuchen (u. a. Hebbecke et al. 2022; Schaumburg 2021).

Konkret kann die datenbasierte Entscheidungsfindung als systematische Sammlung, Aufbereitung, Analyse und Interpretation verschiedener Daten definiert werden, um daraus Bildungsentscheidungen abzuleiten (Mandinach und Schildkamp 2021). Dabei wird die datenbasierte Entscheidungsfindung oft als ein Kreislauf mit mehreren Schritten beschrieben (vgl. Abb. 1), wie beispielsweise von Mandinach und Gummer (2016) in ihrem Modell zur *Data Literacy für Lehrkräfte*.

Ausgangspunkt für die prozesshafte Nutzung von Daten ist (1) die Problemidentifikation. Bevor Daten gewonnen werden, gilt es zu überlegen, für welchen Zweck sie benötigt werden (Mandinach und Gummer 2016; Schildkamp 2019). Der nächste Schritt, (2) die Datennutzung, umfasst die Gewinnung und Aufbereitung der Daten, wofür sich Lehrkräfte auch mit der Auswahl von Datenquellen, der Beurteilung der Datenqualität sowie der Datenanalyse auseinandersetzen müssen (Breiter und Light 2006; Mandinach und Gummer 2016; Schildkamp und Poortman 2015). Anschließend werden (3) die Daten interpretiert und in Informationen umgewandelt (Breiter und Light 2006; Hebbecke et al. 2022; Mandinach und Gummer 2016; Marsh et al. 2006; Schildkamp 2019). Die Daten werden dabei auf den schulischen oder unterrichtlichen Kontext bezogen (z. B. auf sonstige Leistungen von Schüler:innen oder auf unterrichtete Inhalte). Daraus können Lehrkräfte schließlich (4) Entscheidungen, beispielsweise instruktionale Schritte, ableiten (Hebbecke et al. 2022; Mandinach und Gummer 2016; Marsh et al. 2006). Die umgesetzten Entscheidungen gilt es dann (5) zu evaluieren, wobei die anfängliche Problemstellung zu berücksichtigen und ein erneuter Durchgang des Kreislaufes abzuwägen ist (Mandinach und Gummer 2016; Schildkamp 2019; Schildkamp und Poortman 2015). Modelle zum Prozess der Datennutzung ähneln sich inhaltlich weitgehend, auch wenn sie nicht immer exakt diese fünf Schritte enthalten (u. a. Breiter und Light 2006; Helmke und Hosenfeld 2005; Marsh et al. 2006; Schildkamp und Poortman 2015; Van Geel et al. 2016). Ein Unterschied des beschriebenen Modells besteht zu einigen anderen Modellen darin, dass der letzte Schritt, die Evaluation, nicht in allen Modellen explizit als Schritt benannt wird (u. a. Breiter und Light 2006; Lai und Schildkamp 2013).

Für die Umsetzung des Kreislaufes der datenbasierten Entscheidungsfindung benötigen Lehrkräfte spezifisches Wissen und Fähigkeiten, die als Data Literacy bezeichnet werden (Mandinach und Gummer 2016). Darüber hinaus betonen Mandinach und Gummer (2016) aber auch die Bedeutung grundlegenden Professionswissens (Shulman 1987), das beispielsweise Fachwissen, fachdidaktisches Wissen, pädagogisches Wissen sowie Wissen über die Lernenden und ihre Bedürfnisse umfasst. Zum Kreislauf der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung liegen bislang kaum Forschungsarbeiten vor (Hebbecke et al. 2022). Erste Erkenntnisse deuten aber darauf hin, dass Lehrkräften v. a. die Interpretation der Daten schwerfällt, wobei sich diese Schwierigkeit auf die folgenden Schritte auswirken kann (Keuning et al. 2017; Kippers et al. 2018; Marsh 2012).

2.2 Potenziale digitaler Lernplattformen für die datenbasierte Entscheidungsfindung

Für die datenbasierte Entscheidungsfindung im Rahmen der Unterrichtsgestaltung können digitale Lernplattformen (DLP) einen Mehrwert bieten (Knoop-van Campen und Molenaar 2020; Mandinach und Schildkamp 2021; Schaumburg 2021). Unter dem Schlagwort Learning Analytics wird dieser Aspekt seit einigen Jahren näher erforscht (Greller und Drachsler 2012; Molenaar und van Schaik 2017). In diesem Beitrag werden DLP als Technologien zum differenzierten und individualisierten Üben verstanden (Holmes et al. 2018). Demnach umfasst eine DLP verschiedene Übungsaufgaben, zu denen die Lernenden während und nach der Bearbeitung Hinweise und Rückmeldungen erhalten (Daniela und Rüdolfa 2019; Hillmayr et al. 2020). Die Lernenden werden so in ihrem Lernprozess begleitet. Ebenso werden den Lehrkräften Daten zur Bearbeitung der Übungsaufgaben und zum Lernfortschritt ihrer Schüler:innen bereitgestellt. Dies erfolgt oftmals mithilfe eines Dashboards, einer für Lehrkräfte visuell gestalteten Ansicht der DLP (Bez et al. 2023; Greller und Drachsler 2012; Van Leeuwen et al. 2021; Verbert et al. 2014).

DLP können also Lehrkräfte bei der datenbasierten Entscheidungsfindung, insbesondere bei der Sammlung und Analyse von Lerndaten sowie der daraus resultierenden Anpassung der Unterrichtsgestaltung, unterstützen (Cui und Zhang 2022; Mandinach und Schildkamp 2021; Molenaar und van Schaik 2017). Sie verfügen damit über ein großes Potenzial im Hinblick auf Differenzierung und Individualisierung (Bieber und Gerick 2022; Schaumburg 2021). Durch die Entlastung gewinnen die Lehrkräfte mehr Zeit für den persönlichen Kontakt und die individuelle Förderung und Förderung der Schüler:innen (Krein und Schiefner-Rohs 2021; Molenaar und van Schaik 2017; Schaumburg 2021). Allerdings nutzen laut ICILS 2018 nur etwa 15 % der befragten Lehrkräfte Technologien zur individuellen Förderung von Lernenden (Drossel et al. 2019). Wenn Lehrkräfte DLP einsetzen, schöpfen sie deren Möglichkeiten oftmals nicht aus, wie sich v. a. für die Grundschule zeigt (Hase et al. 2022; Kammerl et al. 2023; Knoop-van Campen und Molenaar 2020; Schaumburg 2021; Van Leeuwen et al. 2021). Gründe hierfür können u. a. eine negative Einstellung der Lehrkräfte gegenüber digitalen Medien oder fehlende Digital- oder Datenkompetenzen sein (Hase et al. 2022; Michos et al. 2023). Um Daten aus DLP nutzen zu können, müssen Lehrkräfte zunächst die zugrunde liegende Technologie anwenden können (Cui und Zhang 2022; Hase et al. 2023).

3 Fragestellung

Das durch verfügbare Lerndaten resultierende Potenzial von DLP im schulischen Kontext wird, speziell in der Grundschule, noch nicht ausgeschöpft. Daher bedarf es weiterer Forschung, wie Lehrkräfte die Daten aus DLP im Unterricht nutzen und datenbasierte Entscheidungen treffen, wofür zunächst insbesondere qualitative Studien als relevant erachtet werden (Demski und Racherbäumer 2017; Hebbecker et al. 2022; Schildkamp 2019). Dabei ist besonders von Interesse, wie Lehrkräfte

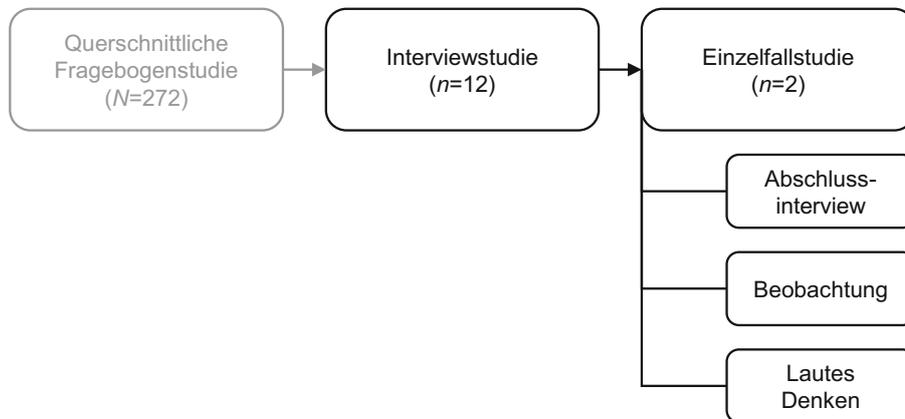


Abb. 2 Zusammensetzung der Datengrundlage

Daten aus DLP interpretieren und Maßnahmen zur Unterrichtsgestaltung ableiten (Molenaar und van Schaik 2017; Van Leeuwen et al. 2021).

Deshalb gilt es ausgehend vom dargestellten theoretischen Hintergrund und dem aufgezeigten Forschungsbedarf mit dieser Studie Erkenntnisse zur prozesshaften Nutzung von Daten aus DLP durch Grundschullehrkräfte zu gewinnen und dabei folgende Fragestellung zu beantworten: Wie nutzen Grundschullehrkräfte Daten aus DLP für ihre Unterrichtsgestaltung im Rahmen des Kreislaufes der datenbasierten Entscheidungsfindung?

4 Methode

4.1 Studiendesign

Zur näheren Betrachtung der prozesshaften Nutzung von Daten aus DLP durch Grundschullehrkräfte wurden verschiedene qualitative Forschungsmethoden herangezogen und trianguliert (vgl. Abb. 2). Dieses Verfahren soll zu einer vielperspektivischen und tiefgehenden Beantwortung der Forschungsfrage beitragen (Denzin 1978; Flick 2008).

In einer vorherigen querschnittlichen Fragebogenerhebung wurde korrelativ untersucht, mit welchen Faktoren die Intention zur Nutzung von Daten aus DLP und deren tatsächliche Nutzung durch Grundschullehrkräfte im Zusammenhang stehen (Hase et al. 2022). Allerdings blieb in der Fragebogenstudie offen, wie die Datennutzung aus DLP konkret ausgestaltet wird. Daher soll in der hier vorliegenden Studie mit einer Teilstichprobe die prozesshafte Nutzung der Daten aus DLP durch Grundschullehrkräfte genauer beschrieben werden. Hierzu werden qualitative Forschungsmethoden herangezogen, da diese eine intensive Auseinandersetzung mit einem Phänomen ermöglichen (Baker et al. 2023). Konkret handelt es sich um Interviews, Lautes Denken und Beobachtungen. Die teilstrukturierten Interviews werden leitfadengestützt durchgeführt und können als Experteninterviews eingeordnet wer-

den (Döring und Bortz 2016). Die Handlungen einzelner Lehrkräfte werden darüber hinaus in einer Einzelfallstudie spezifischer betrachtet und dienen der Illustration der bisher gewonnenen Erkenntnisse (Lamnek und Krell 2016). Hierzu werden Beobachtungen des Unterrichts und der Unterrichtsnachbereitung sowie Leitfadeninterviews eingesetzt. Die Beobachtungen des Unterrichts lassen sich als nicht-teilnehmende offene Feldbeobachtung charakterisieren (Döring und Bortz 2016). Für die Beobachtung der Unterrichtsnachbereitung wird die Methode des Lauten Denkens angewandt (Konrad 2020). In den abschließenden teilstrukturierten Interviews sollen offene Fragen zu den Beobachtungen geklärt werden.

4.2 Stichproben

4.2.1 Interviewstudie

Aus der vorab durchgeführten Fragebogenstudie (Hase et al. 2022) wurde die Stichprobe für die Interviewstudie gewonnen. Zwölf Grundschullehrkräfte ($n=12$, L I1 bis L I12) hatten ihre Bereitschaft für vertiefende Interviews erklärt. Für die Interviews haben sich nur weibliche Lehrkräfte zur Verfügung gestellt. Fünf Lehrkräfte waren zwischen 50 und 59 Jahre alt, vier zwischen 40 und 49, eine Lehrkraft zwischen 30 und 39 und zwei zwischen 18 und 29. In der Fragebogenstudie gaben sechs der zwölf Lehrkräfte an, aktuell DLP sowie deren Daten zu nutzen. In den Interviews zeigte sich, dass alle zwölf Lehrkräfte Erfahrungen mit DLP gesammelt haben, überwiegend in den Fächern Deutsch und Mathematik.

4.2.2 Einzelfallstudie

Die Probandinnen für die vertiefende Einzelfallstudie wurden aus der Stichprobe der Interviewstudie gewonnen. Zwei Lehrkräfte hatten zugestimmt, näher im Unterrichtsgeschehen beobachtet zu werden. Eine Lehrkraft (L E1; als L I1 in der Interviewstudie benannt) gab ihr Alter mit 30 bis 39 Jahren an, die andere Lehrkraft (L E2; als L I2 in der Interviewstudie benannt) mit 40 bis 49 Jahren. Im Fragebogen gab L E1 an, derzeit keine Daten aus DLP zu nutzen, wohingegen L E2 eine Nutzung bestätigte.

4.3 Datenerhebung

4.3.1 Interviewstudie

Die Interviews wurden im März 2022 durchgeführt und dauerten durchschnittlich 49 min, wobei die Zeitspanne zwischen 27 und 71 min variierte. Die Interviews erfolgten online mit einem Videokonferenzsystem, wurden audiografisch aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Der Interviewleitfaden umfasste u. a. Fragen dazu, in welchem Umfang und wie Lehrkräfte Daten aus DLP für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen, was sie als Vor- und Nachteile der Nutzung ansehen, welche Fähigkeiten und Fertigkeiten sie als grundlegend für die Nutzung von DLP erachten. Der Interviewleitfaden wurde mit drei Lehrkräften pilotiert und daraufhin modifiziert.

Danach erfolgte die Durchführung der Interviews mit den 12 Lehrkräften der Stichprobe (vgl. Abschn. 4.2.1). Für die Teilnahme am Interview erhielten die Lehrkräfte eine Aufwandsentschädigung.

4.3.2 Einzelfallstudie

Die Einzelfallstudie fand im Mai und Juni 2022 statt. Dabei wurden $n = 2$ Lehrkräfte innerhalb einer Woche in drei Unterrichtsstunden sowie bei drei Unterrichtsnachbereitungen beobachtend begleitet und einmal abschließend befragt. Für die Unterrichtsbeobachtungen wurde ein teilstrukturierter Beobachtungsbogen eingesetzt, der zeitlich in Phasen untergliedert wurde und folgende Themenbereiche umfasste: Einsatz der DLP, Begleitung der Lernenden beim digital-gestützten Üben, Bezug zu Daten aus DLP, Abweichung von der ursprünglichen Unterrichtsplanung nach Betrachten des Dashboards.

Für die Einzelfallstudie verwendeten beide Lehrkräfte die an der Schule zur Verfügung stehende DLP eine Woche lang täglich in ihrem Deutschunterricht. Zudem wurden sie aufgefordert, die gesammelten Daten zu nutzen. Vor der Studie arbeiteten beide Lehrkräfte nur sporadisch mit DLP. Die Schule von L E1 besitzt eine Schullizenz für die DLP *Anton* (solocode GmbH 2023) und die Schule von L E2 eine Lizenz für die DLP *Alfons* (Westermann Bildungsmedien Verlag GmbH 2023). Beide DLP liefern den Lehrkräften ähnliche Daten. Die Lehrkräfte erhalten Informationen darüber, ob und welche Aufgaben von den einzelnen Lernenden bearbeitet wurden und mit welchem Ergebnis (richtig/falsch). Die DLP *Anton* gibt darüber hinaus an, wie lange die Bearbeitung pro Aufgabe bei jedem Kind dauerte.

Zusätzlich zum Einsatz der DLP im Unterricht wurde beobachtet, wie die Lehrkräfte die Dashboards der DLP nach dem Unterricht nutzten. Dazu wurden die Lehrkräfte in der Nachbereitung jeder Unterrichtsstunde aufgefordert, ihr Dashboard im Hinblick auf die im Unterricht bearbeiteten Übungsaufgaben zu betrachten und dabei alle aufkommenden Gedanken zu verbalisieren. Das Laute Denken der Lehrkräfte wurde audiografisch aufgezeichnet. Ergänzend notierten die Beobachterinnen das Vorgehen der Lehrkräfte. Die Betrachtung des Dashboards dauerte zwischen sechs und 17 min, durchschnittlich zwölf Minuten.

Nach allen Beobachtungen wurde jeweils ein abschließendes teilstrukturiertes Interview mit beiden Lehrkräften geführt, indem diese ihr Vorgehen näher erläutern konnten. Diese Interviews werden nachfolgend als Abschlussinterviews bezeichnet, um sie von den anderen Interviews unterscheiden zu können. Auch bei den zwei Abschlussinterviews wurde ein Leitfaden eingesetzt, der folgende Themenkomplexe enthielt: Erfahrungen aus der eigenen Nutzung von Daten aus DLP, Beschreibung der eigenen Nutzung, idealtypische Nutzung. Die Interviews wurden audiografisch aufgezeichnet und transkribiert.

4.4 Datenanalyse

Die aus den Interviews, dem Lauten Denken und den Abschlussinterviews gewonnenen qualitativen Forschungsdaten wurden transkribiert und mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet (Kuckartz 2018). Die Daten der Unterrichtsbeobachtun-

Tab. 1 Kategoriensystem zur prozesshaften Nutzung von Daten aus DLP und Statistik zu verschiedenen Datenquellen

Kategorien	Ankerbeispiele	Absolute Häufigkeiten der Codes Anzahl der			Inter-coder-Übereinstimmung (in %)
		Lehrkräfte Interviews	Lautes Denken	Abschluss-interviews	
(1) Problemlidentifikation	„Und ehrlich gesagt, die Nachbereitung sieht bei mir meistens dann so aus, dass ich gucke: Wer hat's gemacht? Das ist erst einmal die erste Frage.“ (L 11)	15 n=11	5 n=2	4 n=2	93,2
(2) Datennutzung	„Ich sehe halt sofort, das Kind hat innerhalb von 30 s fünf Mal-Aufgaben oder 20 Mal-Aufgaben geschafft.“ (L 15)	72 n=12	52 n=2	9 n=2	94,3
(3) Daten in Informationen umwandeln	„Also bei der Aufgabe zu dem -heit, -keit, -nis und -ung ist mir jetzt aufgefallen, dass sie vor allem eben zwischen -heit und -keit noch mal Probleme haben, da zu unterscheiden, was da das Richtige ist. Und das mit dem -nis war neu. Das haben wir heute das erste Mal gemacht. Da sind auch noch ein paar Probleme aufgetreten.“ (L E2)	42 n=9	52 n=2	8 n=2	95,6
(4) Informationen in Entscheidungen umwandeln	„Aber er braucht halt einfach noch etwas Zeit. Dann bekommt er erst mal noch nichts Neues dazu, sondern arbeitet in der nächsten Stunde einfach weiter.“ (L 13)	37 n=7	30 n=2	7 n=2	97,4
(5) Entscheidungsevaluation	„Das ist mein Plan. Ob das gut ist, das muss ich dann mal gucken.“ (L 19)	1 n=1	4 n=1	0 n=0	93,8

gen dienen als Ergänzung. Für die vorliegende Studie wurde eine A-priori-Kategorienbildung gewählt (Kuckartz 2018). Das Kategoriensystem (vgl. Tab. 1) besteht aus fünf deduktiven Kategorien, die auf Grundlage der einzelnen Schritte des Kreislaufes der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung gebildet wurden (vgl. Abb. 1; Mandinach und Gummer 2016) und wurde auf die Daten aus den Interviews, dem Lauten Denken sowie den Abschlussinterviews angewandt. Zur Verständlichkeit der fünf Kategorien sind in Tab. 1 Ankerbeispiele aufgeführt. Außerdem wird dargestellt, wie häufig die Kategorien in den verschiedenen Datenquellen kodiert wurden. Daraus lässt sich ableiten, wie relevant die einzelnen Schritte für die Probandinnen sind, wenn sie Daten aus DLP nutzen.

Die einzelnen Kategorien wurden vor dem ersten Sichten der Daten definiert und in einem Kategorienhandbuch festgehalten. Die Kodierung des gesamten Materials erfolgte durch zwei Personen unabhängig voneinander (Kuckartz 2018). Hierfür wurde die Software MAXQDA verwendet (Rädiker und Kuckartz 2019). Die Kodiereinheiten waren vorab nicht festgelegt, sondern wurden bei der ersten Kodierung des Materials von den Kodierenden unabhängig voneinander bestimmt. Das Segmentieren und Kodieren erfolgte somit in einem Schritt. Dabei wurde der Empfehlung gefolgt, bei vorab nicht feststehenden Kodiereinheiten konsensuell zu kodieren (Hopf und Schmidt 1993; Kuckartz 2018). Hierzu glichen die zwei Personen ihre Kodierungen nach dem ersten, voneinander unabhängigen Kodieren miteinander ab. Dabei wurden zunächst die finalen Segmentiereinheiten bestimmt. Daraufhin wurden Differenzen der Kodierungen diskutiert und damit das Kategoriensystem geschärft (Kuckartz 2018). Danach wurden die festgelegten Segmente mit dem ausdifferenzierten Kategoriensystem ein zweites Mal von denselben Personen voneinander unabhängig kodiert und die Kodierungen erneut abgeglichen. An dieser Stelle erfolgte auch die Berechnung einer prozentualen Inter-coder-Übereinstimmung über alle Codes und Datenquellen hinweg (94,9%). Die prozentualen Inter-coder-Übereinstimmungen je Kategorie finden sich in Tab. 1. Mit der erneuten Kodierung konnte die Stabilität und Zuverlässigkeit der Kodierung deutlich erhöht werden, sodass von einer fast perfekten Übereinstimmung hinsichtlich des berechneten Cohens Kappa Koeffizienten gesprochen werden kann ($\kappa = 0,935$).

5 Ergebnisse

Nachfolgend wird die prozesshafte Nutzung von Daten aus DLP entlang des Kreislaufes der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung beschrieben (vgl. Abb. 1; Mandinach und Gummer 2016). Hierfür werden auch Erkenntnisse aus den Interviews, dem Lauten Denken, den Abschlussinterviews sowie Ergänzungen aus den Beobachtungen herangezogen (vgl. Tab. 1). Bei jedem Schritt werden zunächst die Ergebnisse aus der Interviewstudie dargestellt und ergänzend die Erkenntnisse aus der Einzelfallstudie berichtet, um die Ergebnisse zu validieren. Die Probandinnen der Einzelfallstudie werden wie folgt benannt: LE1 wird als L_{ELD1} bezeichnet, wenn Ergebnisse aus dem Lauten Denken berichtet werden, und als L_{EAI1}, wenn das Abschlussinterview thematisiert wird. Dieser Logik folgend wird LE2 zu L_{ELD2} sowie L_{EAI2}.

Auf den ersten Schritt des Kreislaufes der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung, die *Problemidentifikation*, verwiesen elf von zwölf Lehrkräften der Interviewstudie. Ausgangspunkte für die eigene Nutzung der Daten waren relevante Fragestellungen. So interessierte die meisten Lehrkräfte insbesondere, welche Übungsaufgaben von den einzelnen Lernenden erledigt wurden: „Und ehrlich gesagt, die Nachbereitung sieht bei mir meistens dann so aus, dass ich gucke: Wer hat’s gemacht?“ (L I1) Darüber hinaus wollten die meisten Lehrkräfte herausfinden, wie die Lernenden die Übungsaufgaben absolviert hatten und ob sich Probleme mit den Lerninhalten zeigten. In der Einzelfallstudie wurde beim Lauten Denken deutlich, dass die zwei Lehrkräfte die Daten aus DLP v. a. nutzten, um festzustellen, wie viele Übungsaufgaben bearbeitet wurden. In den Abschlussinterviews betonten sie aber auch, dass sie mithilfe der Daten ermitteln wollten, wie gut die Aufgaben inhaltlich gelöst wurden: „Also man hat schon noch einmal spezifischer auf die Wörter geschaut, finde ich. Und hat nochmal geguckt: An welchen Stellen sind eigentlich Probleme?“ (L E_{A1}2).

Die spezifische Betrachtung von Daten aus DLP kann dem Schritt (2) *Datennutzung* zugeordnet werden, der von allen zwölf interviewten Lehrkräften vollzogen wurde. Zum Teil berichteten die Lehrkräfte in den Interviews, bereits im Unterricht einen Blick auf die Daten der Lernenden zu werfen: Während die Schüler:innen die Aufgaben in der DLP bearbeiten, werden in einigen DLP Fortschrittsbalken sichtbar, die farblich richtig und falsch gelöste Aufgabenanteile anzeigen. Lehrkräfte betrachten diese Balken beim Gang durch die Klasse und erhalten so einen ersten Einblick in die Lerndaten. Größtenteils werden die Daten aber erst nach dem Unterricht konsultiert. Die interviewten Lehrkräfte gaben am häufigsten an, mithilfe des Dashboards zu prüfen, inwieweit die Aufgaben vollständig bearbeitet wurden: „Also man hat einmal eine Übersicht über alle Kinder, kann sehen, wer welche Aufgaben bearbeitet.“ (L I6) Daran anschließend begutachteten sie die Daten meist weiter quantifizierend, beispielsweise die Anzahl richtig gelöster Aufgaben oder die zur Aufgabenlösung beanspruchte Zeit. Darüber hinaus berichteten sie von vertiefenden Auswertungen der Daten, um eventuelle Fehlerschwerpunkte zu identifizieren. Einzelne Lehrkräfte gaben in den Interviews an, sich auf bestimmte Lernende zu fokussieren.

Die Lehrkräfte sind sich bewusst, dass sie für die Datennutzung spezifisches Wissen benötigen. Zum einen geht es dabei um Datenkompetenz, sogenannte Data Literacy („Wie lese ich die Daten?“ (L I9)), zum anderen um digitalisierungsbezogenes Wissen. Lehrkräfte müssen beispielsweise den Aufbau der DLP kennen: „Also man muss da schon manchmal so ein bisschen gucken: Wo finde ich jetzt die Ergebnisse?“ (L I9) In den Interviews wurde deutlich, dass einigen Lehrkräften der Umgang mit den Dashboards leichtfällt und sie durch die Daten eine Arbeitsentlastung wahrnehmen. Andere Lehrkräfte hingegen äußerten, dass sie die Masse der Daten überfordert. Die Lehrkräfte der Einzelfallstudien nutzten im Verlauf der Unterrichtseinheit die Dashboards intensiver, wie sich beim wiederholten Lauten Denken herausstellte. Die Lehrkräfte lernten durch die mehrmalige Nutzung des Dashboards in der Woche neue Funktionen kennen. So wird ihnen beispielsweise nicht nur eine erreichte Punktzahl für die Aufgabenbearbeitung angezeigt, sondern sie können auch einzelne Lösungswege betrachten. Auch hier wurde deutlich, dass

spezifisches Wissen benötigt wird und dieses zur sinnvollen Nutzung von Daten beitragen kann. Wie bei den Interviews stellte sich auch beim Lauten Denken heraus, dass die Lehrkräfte sich nach kurzer Betrachtung der Ergebnisse aller Lernenden schnell auf einzelne Schüler:innen konzentrierten: „Viele Kinder haben tatsächlich überall 100%. Die brauche ich mir nicht weiter angucken. Ich gucke dann gleich eher bei den Kindern rein, wo noch größere Probleme sind.“ (L E_{LD2}) In den Unterrichtsbeobachtungen wurde ersichtlich, dass die Lehrkräfte bereits im Unterricht einen ersten Blick auf die Daten werfen, um direkt im Unterricht Anpassungen vornehmen zu können. So können hier die Erkenntnisse aus den Interviews repliziert werden.

Der Schritt (3) *Daten in Informationen umwandeln* wurde bei neun Lehrkräften der Interviewstudie oftmals mit dem vorherigen Schritt zusammen beschrieben. Für die Lehrkräfte ging es bei der Interpretation der Daten darum, diese zu verstehen und ihnen Bedeutung zu geben, sodass sie z. B. Lernwege und Fehler der Lernenden nachvollziehen können und so auch Feedback zum eigenen Unterricht erhalten: „Dann sehe ich halt wirklich auf einen Blick wenigstens diesen kleinen Bereich, das Einmaleins sitzt oder es sitzt nicht.“ (L I5) Als herausfordernd bezeichneten einige Lehrkräfte, dass sie von der DLP nicht alle Informationen erhielten, die sie für ein Verständnis der Lernwege benötigten. Dieser Aspekt wurde auch in den Abschlussinterviews mit den Lehrkräften der Einzelfallstudie betont: „Ja, und oft ist das ja auch spekulieren. Also, wenn ich dann davorsitze, und dann ist ein Nomen kleingeschrieben. Dann kann ich nur spekulieren: Ah, hat das Kind das jetzt nicht gemerkt, dass es ein Nomen ist? Oder hat es nicht gewusst, wie es auf Großschreibung stellt? Finde ich dann ja auch nicht mehr heraus, wenn ich alleine am Tablet sitze. Da kann ich ja auch nicht nachfragen.“ (L E_{AI1}) Für die Umwandlung der Daten in Informationen müssen die Lehrkräfte also zusätzlich auf weiteres grundlegendes Wissen, wie Fachwissen, zurückgreifen: „Was mir auffällt, ist, dass es oft eine Verwechslung zwischen -heit und -keit ist. Was ja auch sehr ähnlich ist.“ (L E_{LD2}) Die Lehrkräfte der Einzelfallstudien setzten sich durch die Interpretation der Daten nochmals vertiefend mit den Übungsaufgaben auseinander, indem sie beispielsweise das in der DLP verwendete Wortmaterial analysierten. Die Interpretation der Daten führte damit nicht nur zu einem detaillierteren Einblick in den Lernstand der Schüler:innen, sondern auch zu einer reflektierten Haltung der Lehrkräfte gegenüber den Inhalten der DLP. Wie in der Interviewstudie zeigte sich auch in der Einzelfallstudie, dass dieser Schritt der Interpretation der Daten eng mit der vorherigen Datennutzungen verknüpft war.

Bei sieben der interviewten Lehrkräfte konnten Aussagen gefunden werden, die sich dem Schritt (4) *Informationen in Entscheidungen umwandeln* zuordnen lassen. Insbesondere suchten die Lehrkräfte das Gespräch mit einzelnen Lernenden, um ihre Interpretation der Daten zu überprüfen oder um gemeinsam über weitere Maßnahmen nachzudenken. Außerdem wählten Lehrkräfte nächste Übungsaufgaben aus. Ausgehend von den Informationen wurden so weitere Lernwege geplant. Darüber hinaus gaben Lehrkräfte an, mit der gesamten Klasse die Unterrichtsthematik zu wiederholen, wenn die Fehlerschwerpunkte bei einem Großteil der Klasse sichtbar geworden waren: „Und insofern habe ich schon natürlich den Unterricht angepasst, weil man gesehen hat: Da brauchen sie noch Übung. Da brauchen sie noch Un-

terstützung. Und dann haben wir nochmal eine Stunde dazu gemacht.“ (L I2) Als weitere Maßnahmen beschrieben die interviewten Lehrkräfte, dass sie die Daten als Grundlage für Elterngespräche oder auch als Reflexionsanlass für ihre Unterrichtsgestaltung nutzen: „Da muss ich auch an mir arbeiten und meinen Unterricht besser machen.“ (L I7) Die beiden Lehrkräfte der Einzelfallstudie betonten beim Lauten Denken, dass sie ausgehend von den interpretierten Daten bestimmte Maßnahmen umsetzen wollten. Dazu gehörten der Fokus auf einzelne Kinder, das erneute Unterrichten von Themen und die Bereitstellung weiterer Übungsaufgaben, aber auch die zukünftig bessere Instruktion zu Übungen mit der DLP. Jedoch setzte nur eine Lehrkraft diese Maßnahmen um, wie anhand der Unterrichtsbeobachtungen bei der Wiederholung von Unterrichtsinhalten sichtbar wurde.

Von Schritt (5) *Entscheidungsevaluation* berichtete keine Lehrkraft in der Interviewstudie. Lediglich eine Lehrkraft nannte als Ziel, die Maßnahme reflektieren zu wollen: „Das ist mein Plan. Ob das gut ist, das muss ich dann mal gucken.“ (L I9) Beim Lauten Denken verwies L_{E_{LD}1} während der Betrachtung des Dashboards darauf, dass sie es zeitlich nicht schaffen, eigentlich geplante Maßnahmen umzusetzen. In den Abschlussinterviews nahmen die beiden Lehrkräfte der Einzelfallstudie von sich aus keinen weiteren Bezug auf eine Evaluation ihrer Entscheidungen.

6 Diskussion

6.1 Zusammenfassung und Einordnung in den theoretischen Hintergrund

In dieser explorativen Studie wird die prozesshafte Nutzung von Daten aus DLP durch Lehrkräfte anhand des Kreislaufes der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung beschrieben (vgl. Abb. 1; Mandinach und Gummer 2016). Sie liefert erste Erkenntnisse in einem neu entstehenden Forschungsfeld. Viele Lehrkräfte nutzen die Daten für einen ersten Überblick, ob Aufgaben erledigt wurden. Diese Informationen können den Arbeitsalltag der Lehrkräfte erleichtern. Nur teilweise ist für sie relevant, wie gut die Aufgaben gelöst wurden (Ikemoto und Marsh 2007; Lai und Schildkamp 2013). Diese Ergebnisse stimmen mit den Erkenntnissen von Gelderblom et al. (2016) überein, dass die datenbasierte Entscheidungsfindung nicht immer mit einer tiefer gehenden Problemstellung startet. Wenn Lehrkräfte sich dafür interessieren, wie die Aufgaben gelöst und welche Fehler gemacht wurden, dann nutzen sie die Daten auch für Maßnahmen der Differenzierung und Individualisierung. Dieser Zweck der Nutzung wird theoretisch und empirisch als Mehrwert von DLP betrachtet (Bieber und Gerick 2022; Molenaar und van Schaik 2017; Schaumburg 2021). Die meisten Lehrkräfte haben nicht alle Schritte des Kreislaufes der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung vollzogen, sodass die Potenziale der Daten nicht ausgeschöpft wurden (Ifenthaler und Drachsler 2020). Die unvollständige Nutzung korrespondiert mit bisherigen Forschungserkenntnissen, dass die Verfügbarkeit von Daten nicht zwangsläufig zu einer datenbasierten Entscheidungsfindung führt. Insbesondere zeigen Studien, dass Lehrkräften die Ableitung von Maßnahmen schwerfällt (Gelderblom et al. 2016; Hebbeker et al. 2022; Mandinach und Schildkamp 2021; Van Leeuwen et al. 2021). Für die Nutzung von

Daten aus DLP müssen Lehrkräfte zunächst in der Lage sein, DLP in ihren Unterricht einzubauen und anzuwenden (Cui und Zhang 2022). Demnach wird neben Data Literacy auch digitalisierungsbezogenes Wissen benötigt (Hase et al. 2023), ebenso wie fachdidaktisches oder pädagogisches Wissen. Der fünfte Schritt, die Evaluation der Maßnahmen, wurde weder in der Interviewstudie noch in der Einzelfallstudie beschrieben. Hier lässt sich vermuten, dass Lehrkräfte direkt in der Situation ihre Maßnahmen evaluieren (*reflection in action*; Schön 1983) und dies nicht als bewusste reflexive Handlung nach der Situation erfolgt (*reflection on action*; Schön 1983). Dieser letzte Schritt wird in anderen theoretischen Modellen nur teilweise als Bestandteil des Kreislaufes der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung benannt (u. a. Kippers et al. 2018; Lai und Schildkamp 2013). Ein wiederholter Durchgang des Kreislaufes der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung konnte in der vorliegenden Studie nicht festgestellt werden.

6.2 Limitationen und Stärken der Studie

Die Studie wird zunächst durch die freiwillige Teilnahme limitiert. Lehrkräfte konnten bei der vorangegangenen Online-Fragebogenstudie ihre Bereitschaft zu vertiefenden Interviews angeben. Die resultierende Stichprobe umfasst somit möglicherweise besonders engagierte und medienaffine Lehrkräfte. Auch wenn bei der Auswahl darauf geachtet wurde, dass Lehrkräfte einbezogen werden, die derzeit Daten aus DLP nutzen bzw. nicht nutzen, wurde in den Interviews insgesamt eine positive Grundhaltung gegenüber Daten aus DLP deutlich. Darüber hinaus ist hinsichtlich der Datenanalyse festzuhalten, dass die Reliabilität der identifizierten Segmente nicht eindeutig feststellbar ist und die schlussendliche hohe Übereinstimmung auch aus den Austauschrunden der Raterinnen resultiert, sodass nicht gänzlich von einem unabhängigen Rating gesprochen werden kann. Weitere Limitationen ergeben sich durch den Stichprobenumfang und den Fokus auf spezifische Apps.

Als Stärke der Studie ist hervorzuheben, dass es trotz der Einschränkungen gelingt, Einblicke in die prozesshafte Nutzung von Daten aus DLP durch Grundschullehrkräfte zu gewinnen. Damit werden bisherige Erkenntnisse aus der Forschung zur datenbasierten Entscheidungsfindung, die sich zumindest in Deutschland bisher auf die Schulentwicklung und die Rechenschaftspflicht konzentrierten (u. a. Altenrath et al. 2021; Thiel et al. 2019), um den Zweck der Unterrichtsgestaltung ergänzt. Weiterhin wird der Forderung entsprochen, ein qualitatives Forschungsdesign zu nutzen, um Maßnahmen aus Informationen für die Unterrichtsgestaltung abzuleiten. So trägt die Studie zu einem tieferen Verständnis für die prozesshafte Nutzung von Daten aus DLP als Beispiel datenbasierter Entscheidungsfindung im schulischen Kontext bei (Molenaar und van Schaik 2017; Van Leeuwen et al. 2021).

6.3 Ausblick

Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen zur prozesshaften Nutzung von Daten aus DLP durch Grundschullehrkräfte lassen sich Implikationen für weitere Forschungsvorhaben ableiten. Beispielsweise zeigte sich in den Einzelfallstudien, dass die Nutzung von Daten aus DLP mit zunehmendem Wissen umfangreicher wurde. So

lässt sich vermuten, dass Wissen und Nutzung zusammenhängen könnten. In zukünftigen Studien sollte daher der Frage nachgegangen werden, ob mit zunehmendem Wissen die Nutzung tatsächlich intensiver wird bzw. ein unvollständiger Durchgang des Kreislaufes der unterrichtlichen datenbasierten Entscheidungsfindung auf fehlende Data Literacy von Lehrkräften zurückgeführt werden kann. Entsprechend ließe sich hier ein experimentelles Studiendesign anschließen, das die qualitativ gewonnenen Erkenntnisse nutzt und systematisch variiert. Ebenso sollte vertiefend erforscht werden, wie sehr spezifische DLP die Nutzung beeinflussen, also wie sich verschiedene Dashboards auf die prozesshafte Nutzung der Daten auswirken, um zur Weiterentwicklung von DLP beizutragen. Mit der bedürfnisorientierten Gestaltung von DLP, aber auch der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften hinsichtlich ihrer Data Literacy (Hase et al. 2023) kann langfristig ein Beitrag zur effektiven prozesshaften Nutzung von Daten aus DLP geleistet werden, sodass Lehrkräfte in der Gestaltung eines differenzierten und individualisierten Unterrichts unterstützt werden.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Altenrath, M., Hofhues, S., & Lange, J. (2021). *Optimierung, Evidenzbasierung, Datafizierung. Systematisches Review zum Verhältnis von Daten und Schulentwicklung im internationalen Diskurs*. Medien-Pädagogik, Bd. 44 (S. 92–116). <https://doi.org/10.21240/mpaed/44/2021.10.30.X>.
- Baker, R. S., Hutt, S., Bosch, N., Ocumpaugh, J., Biswas, G., Paquette, L., Andres, J. M. A., Nasiar, N., & Munshi, A. (2023). *Data-driven classroom interviewing: data science to target qualitative research*. EdArXiv preprints. <https://doi.org/10.35542/osf.io/xsb4a>.
- Bez, S., Tomasik, M. J., & Merk, S. (2023). Data-based decision making in einer digitalen Welt: Data Literacy von Lehrpersonen als notwendige Voraussetzung. In K. Scheiter & I. Gogolin (Hrsg.), *Bildung für eine digitale Zukunft* (S. 339–362). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_14.
- Bieber, G., & Gerick, J. (2022). Editorial zum Schwerpunktthema: Individuelle Förderung und Digitalität. *DDS – Die Deutsche Schule*, 114(3), 245–249. <https://doi.org/10.31244/dds.2022.03.01>.
- Breiter, A., & Light, D. (2006). Data for school improvement: Factors for designing effective information systems to support decision-making in schools. *Educational Technology & Society*, 9(3), 206–217.
- Cui, Y., & Zhang, H. (2022). Integrating teacher data literacy with TPACK: A self-report study based on a novel framework for teachers' professional development. *Frontiers in Psychology*, 13, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.966575>.

- Daniela, L., & Rüdolf, A. (2019). Learning platforms: how to make the right choice. In L. Daniela (Hrsg.), *Didactics of smart pedagogy: smart pedagogy for technology enhanced learning* (S. 191–209). Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01551-0>.
- Demski, D., & Racherbäumer, K. (2017). What data do practitioners use and why? Evidence from Germany comparing schools in different contexts. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy*, 3(1), 82–94. <https://doi.org/10.1080/20020317.2017.1320934>.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act. A theoretical introduction to sociological methods*. New York: McGraw-Hill.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>.
- Drossel, K., Eickelmann, B., Schaumburg, H., & Labusch, A. (2019). Nutzung digitaler Medien und Prädiagnostik aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 205–240). Münster, New York: Waxmann.
- Dumont, H. (2018). Neuer Schlauch für alten Wein? Eine konzeptuelle Betrachtung von individueller Förderung im Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22, 249–277. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0840-0>.
- Flick, U. (2008). *Triangulation. Eine Einführung* (2. Aufl.). Wiesbaden: VS.
- Gelderblom, G., Schildkamp, K., Pieters, J., & Ehren, M. (2016). Data-based decision making for instructional improvement in primary education. *International Journal of Educational Research*, 80, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.07.004>.
- Greller, W., & Drachler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Educational Technology & Society*, 15(3), 42–57.
- Hardy, I., Decristan, J., & Klieme, E. (2019). Adaptive teaching in research on learning and instruction. *Journal for educational research online*, 11(2), 169–191. <https://doi.org/10.25656/01:18004>.
- Hase, A., Kahnbach, L., Kuhl, P., & Lehr, D. (2022). To use or not to use learning data: A survey study to explain German primary school teachers' usage of data from digital learning platforms for purposes of individualization. *Frontiers in Education*, 7, 1–15. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.920498>.
- Hase, A., Kuhl, P., & Greiner, F. (2023). Brauchen Lehrkräfte Digital Data Literacy? Eine theoretische Auseinandersetzung mit Kompetenzen zum Umgang mit Daten aus digitalen Lernplattformen zum individualisierten Üben. In M. Ahlers, M. Besser, C. Herzog & P. Kuhl (Hrsg.), *Digitales Lehren und Lernen im Fachunterricht. Aktuelle Entwicklungen, Gegenstände und Prozesse* (S. 115–132). Weinheim: Beltz. <https://doi.org/10.3262/978-3-7799-7093-4>.
- Hattie, J., & Zierer, K. (2019). *Visible learning insights*. London, New York: Routledge.
- Hebbecke, K., Förster, N., Forthmann, B., & Souvignier, E. (2022). Data-based decision-making in schools: Examining the process and effects of teacher support. *Journal of Educational Psychology*, 114(7), 1695–1721. <https://doi.org/10.1037/edu0000530>.
- Helmke, A., & Hosenfeld, I. (2005). Standardbezogene Unterrichtsbeurteilung. In G. Brägger, B. Bucher & N. Landwehr (Hrsg.), *Schlüsselfragen zur externen Schulevaluation* (S. 127–151). Bern: hep.
- Hillmayr, D., Zierwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>.
- Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H., & Mavrikis, M. (2018). *Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien. Ein roter Faden*. Stuttgart: Robert Bosch Stiftung.
- Hoogland, I., Schildkamp, K., van der Kleij, F., Heitink, M., Kippers, W., Veldkamp, B., & Dijkstra, A. M. (2016). Prerequisites for data-based decision making in the classroom: Research evidence and practical illustrations. *Teaching and Teacher Education*, 60, 377–386. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.012>.
- Hopf, C., & Schmidt, C. (1993). Zum Verhältnis von innerfamiliären sozialen Erfahrungen, Persönlichkeitsentwicklung und politischen Orientierungen. https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/45614/ssoar-1993-hopf_et_al-Zum_Verhältnis_von_innerfamiliären_sozialen.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-1993-hopf_et_al-Zum_Verhältnis_von_innerfamiliären_sozialen.pdf. Zugegriffen: 11. Dez. 2023.
- Ifenthaler, D., & Drachler, H. (2020). Learning Analytics. Spezielle Forschungsmethoden in der Bildungstechnologie. In H. Niegemann & A. Weinberger (Hrsg.), *Handbuch Bildungstechnologie* (S. 515–534). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_42.

- Ikemoto, G. S., & Marsh, J. A. (2007). Cutting through the data-driven mantra: Different conceptions of data-driven decision making. In P. A. Moss (Hrsg.), *Evidence and decision making* (S. 105–131). Malden: Wiley-Blackwell.
- Kammerl, R., Dertinger, A., & Kramer, M. (2023). Wie verändern sich Kindheit und Grundschule in einer durch Digitalität geprägten Welt? Digitale Bildung als Herausforderung für pädagogische Akteur:innen. In T. Irion, M. Peschel & D. Schmeinck (Hrsg.), *Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele* (S. 54–67). Frankfurt a.M.: Grundschulverband. <https://doi.org/10.25656/01:25820>.
- Keuning, T., Van Geel, M., & Visscher, A. (2017). Why a data-based decision-making intervention works in some schools and not in others. *Learning Disabilities Research & Practice*, 32(1), 32–45. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12124>.
- Kippers, W. B., Wolterinck, C. H. D., Schildkamp, K., Poortman, C. L., & Visscher, A. J. (2018). Teachers' views on the use of assessment for learning and data-based decision making in classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, 75, 199–213. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.06.015>.
- Klieme, E. (2020). Guter Unterricht – auch und besonders unter Einschränkungen der Pandemie? *DDS – Die Deutsche Schule*, 16, 117–135. <https://doi.org/10.31244/9783830992318.07>.
- Knoop-van Campen, C., & Molenaar, I. (2020). How teachers integrate dashboards into their feedback practices. *Frontline Learning Research*, 8(4), 37–51. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i4.641>.
- Konrad, K. (2020). Lautes Denken. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Designs und Verfahren* 2. Aufl. Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie, (Bd. 2, S. 373–393). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26887-9_41.
- Krein, U., & Schiefner-Rohs, M. (2021). Data in schools: (changing) practices and blind spots at a glance. *Frontiers in Education*, 6, 1–13. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.672666>.
- Kruse, S., & Dederich, K. (2017). The idea of inclusion: Conceptual and empirical diversities in Germany. *Improving Schools*, 21(1), 19–31. <https://doi.org/10.1177/1365480217707835>.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Lai, M. K., & Schildkamp, K. (2013). Data-based decision making: an overview. In K. Schildkamp, M. K. Lai & L. Earl (Hrsg.), *Data-based decision making in education*. Studies in educational leadership, (Bd. 17, S. 9–21). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4816-3_2.
- Lamnek, S., & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung* (6. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2016). What does it mean for teachers to be data literate: Laying out the skills, knowledge, and dispositions. *Teaching and Teacher Education*, 60, 366–376. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.011>.
- Mandinach, E. B., & Schildkamp, K. (2021). Misconceptions about data-based decision making in education: An exploration of the literature. *Studies in Educational Evaluation*, 69, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100842>.
- Marsh, J. A. (2012). Interventions promoting educators' use of data: Research insights and gaps. *Teachers College Record*, 114(11), 1–47. <https://doi.org/10.1177/016146811211401106>.
- Marsh, J. A., Pane, J. F., & Hamilton, L. S. (2006). Making sense of data-driven decision making in education. Evidence from recent RAND research. In *RAND* (S. 1–16). <https://doi.org/10.7249/OP170>.
- Michos, K., Schmitz, M.-L., & Petko, D. (2023). Teachers' data literacy for learning analytics: a central predictor for digital data use in upper secondary schools. *Education and Information Technologies*, 28, 14453–14471. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11772-y>.
- Molenaar, I., & van Schaik, A. (2017). A methodology to investigate the usage of educational technologies on tablets in schools. In J. Bastian & S. Aufenanger (Hrsg.), *Tablets in Schule und Unterricht. Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien* (S. 87–116). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13809-7_5.
- Mougiakou, S., Vinatsella, D., Sampson, D., Papamitsiou, Z., Giannakos, M., & Ifenthaler, D. (2023). *Educational data analytics for teachers and school leaders*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-15266-5>.
- Rädiker, S., & Kuckartz, U. (2019). *Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA. Text, Audio und Video*. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22095-2>.
- Schaumburg, H. (2021). Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien als Herausforderung für die Schulentwicklung. Ein systematischer Forschungsüberblick. *MedienPädagogik*, 41, 134–166. <https://doi.org/10.21240/mpaed/41/2021.02.24.X>.
- Schildkamp, K. (2019). Data-based decision-making for school improvement: Research insights and gaps. *Educational Research*, 61(3), 257–273. <https://doi.org/10.1080/00131881.2019.1625716>.

- Schildkamp, K., & Poortman, C. (2015). Factors Influencing the functioning of data teams. *Teachers college record*, 117(4). <https://www.tcrecord.org/Content.asp?ContentID=17851>
- Schildkamp, K., Karbautzki, L., & Vanhoof, J. (2014). Exploring data use practices around Europe: Identifying enablers and barriers. *Studies in Educational Evaluation*, 42, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.10.007>.
- Schildkamp, K., Poortman, C., Luyten, H., & Ebbeler, J. (2017). Factors promoting and hindering data-based decision making in schools. *School Effectiveness and School Improvement*, 28(2), 242–258. <https://doi.org/10.1080/09243453.2016.1256901>.
- Schmid, R., Pauli, C., Stebler, R., Reusser, K., & Petko, D. (2022). Implementation of technology-supported personalized learning—its impact on instructional quality. *The Journal of Educational Research*, 115(3), 187–198. <https://doi.org/10.1080/00220671.2022.2089086>.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. London, New York: Routledge.
- Schulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- solocode GmbH (2023). Anton. <https://anton.app/de/>. Zugegriffen: 25. Apr. 2023.
- Thiel, F., Tarkian, J., Lankes, E.-M., Maritzen, N., Riecke-Baulecke, T., & Kroupa, A. (2019). *Datenbasierte Qualitätssicherung und -entwicklung in Schulen. Eine Bestandsaufnahme in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland*. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-23240-5>.
- Van Geel, M., Keuning, T., Visscher, A. J., & Fox, J.-P. (2016). Assessing the effects of a school-wide data-based decision-making intervention on student achievement growth in primary schools. *American Educational Research Journal*, 53(2), 360–394. <https://doi.org/10.3102/0002831216637346>.
- Van Leeuwen, A., Knoop-van Campen, C. A. N., Molenaar, I., & Rummel, N. (2021). How teacher characteristics relate to how teachers use dashboards: results from two case studies in K-12. *Journal of Learning Analytics*, 8(2), 6–21. <https://doi.org/10.18608/jla.2021.7325>.
- Verbert, K., Govaerts, S., Duval, E., Santos, J. L., Van Assche, F., Parra, G., & Klerkx, J. (2014). Learning dashboards: an overview and future research opportunities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18, 1499–1514. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0751-2>.
- Westermann Bildungsmedien Verlag GmbH (2023). Alfons. <https://alfons.westermann.de/alfons/#/information>. Zugegriffen: 25. Apr. 2023.

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.