MedienPädagogik
Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung
www.medienpaed.com **ISSN 1424-3636**

Digitale Tools an deutschen Schulen

Entwicklung einer Taxonomie zur systematischen Klassifikation digitaler Lösungen im Schulkontext

Anton Klemm[1] und Christian Reintjes[1]

[1] Universität Osnabrück

Zusammenfassung
Digitale Tools wie Apps, Plattformen und Cloudsysteme sind zentrale Bestandteile der digitalen Transformation an deutschen Schulen. Trotz ihrer wachsenden Bedeutung fehlt bislang eine systematische, funktionsbezogene Einordnung dieser softwarebasierten Lösungen. Die vorliegende Arbeit entwickelt eine wissenschaftlich fundierte und praxisorientierte Taxonomie digitaler Tools im schulischen Kontext. Ziel ist es, diese Tools systematisch nach ihren funktionalen Einsatzbereichen übersichtlich zu kategorisieren. Die Entwicklung der Taxonomie folgt einem iterativen Verfahren und wird durch eine empirische Validierung mittels Delphi-Befragung gestützt. Die resultierende Taxonomie umfasst eine Rahmenebene Multifunktionale Tools und Künstliche Intelligenz, 34 Unterkategorien sowie fünf Hauptkategorien: (1) Schulverwaltung und Organisation, (2) Unterricht und Lernprozesse, (3) Kommunikation, Kollaboration und Schulgemeinschaft, (4) Diagnostik, Leistungsmessung und -bewertung sowie (5) Medienproduktion und Präsentation. Die Taxonomie bietet eine strukturierte Grundlage für die Weiterentwicklung digitaler Schulstrategien und eröffnet Anknüpfungspunkte für Forschung, Schulentwicklung und interdisziplinäre Kooperation.

Digital Tools in German Schools. Development of a Taxonomy for the Systematic Classification of Digital Solutions in the School Context

Abstract
Digital tools, including apps, platforms and cloud systems, are central components of the digital transformation in German schools. Although they are becoming increasingly important, there is still no systematic, function-based classification of these software-based solutions. This study develops a scientifically founded and practice-oriented taxonomy of digital tools in the school context. The aim is to categorize these tools systematically and clearly according to their functional area of application. The development of the taxonomy follows an iterative process and is supported by empirical validation using a Delphi survey.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Klemm, Anton, und Christian Reintjes. 2026. «Digitale Tools an deutschen Schulen. Entwicklung einer Taxonomie zur systematischen Klassifikation digitaler Lösungen im Schulkontext». *MedienPädagogik* (Occasional Papers): 424–448. https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2026.10.18.X.

The resulting taxonomy comprises the framework level multifunctional tools and Artificial Intelligence, 34 subcategories and five main categories: (1) School administration and organization, (2) teaching and learning processes, (3) communication, collaboration and school community, (4) diagnostics, performance measurement and assessment, as well as (5) media production and presentation. The taxonomy provides a structured basis for the further development of digital school strategies and opens up points of reference for research, school development, and interdisciplinary cooperation.

1. Einleitung

Die schulische Digitalisierung in Deutschland ist geprägt durch das Zusammenspiel politischer Strategien, technischer Voraussetzungen, pädagogischer Zielsetzungen und praktischer Herausforderungen. Wie von der Kultusministerkonferenz (KMK 2024a) betont wird, wurde insbesondere durch Programme wie dem *DigitalPakt Schule* in den vergangenen Jahren die technische Infrastruktur von Bildungseinrichtungen erheblich ausgebaut. Gemeinsam mit der KMK-Strategie «Bildung in der digitalen Welt» (KMK 2016) bildet der *DigitalPakt Schule* den bildungspolitischen Rahmen für die digitale Transformation von Schulen. Neben dem Infrastrukturausbau fördert er auch digitale Lehr-Lern-Infrastrukturen wie Lernplattformen, Cloudlösungen und Kommunikationswerkzeuge mit pädagogischem oder funktionalem Mehrwert (Bund und Länder, und Bundesministerium für Bildung und Forschung 2019). Laut gemeinsamer Förderbekanntmachung der Länder sind zudem Infrastrukturen zur Bereitstellung digitaler Bildungsmedien, etwa Apps oder Diagnostik-Tools, sowie Qualifizierungsmassnahmen für Lehrkräfte förderfähig (KMK 2021a). Solche Tools gelten laut KMK als zentrale Bestandteile digitaler Bildung und sollten didaktischen, funktionalen und datenschutzrechtlichen Anforderungen genügen (KMK 2016). Trotz dieser Rahmenbedingungen bestehen weiterhin Herausforderungen bei der praktischen Nutzung digitaler Lösungen im Schulalltag, insbesondere hinsichtlich der Integration in den Unterricht und der digitalen Qualifikation des pädagogischen Personals (KMK 2024b). Ein kohärenter Überblick über verfügbare digitale Lösungen fehlt bislang. Insbesondere Tools, die spezifisch von Schulleitungen genutzt werden, sind häufig wenig bekannt. Viele schulische Qualitätsrahmen fokussieren primär die technische Ausstattung als Massstab für Digitalisierung. Internationale Studien wie die von Bacak et al. (2023) betonen die Notwendigkeit systematischer Klassifikationen schulischer Technologien, um angesichts der stetig wachsenden Tool-Vielfalt Orientierung zu schaffen. Ihr *School Technology Classification* (STC) Framework, entwickelt auf Basis einer Analyse US-amerikanischer Schulbezirke, gliedert Hard- und Softwarelösungen in breit angelegte, strukturell-administrativ orientierte Kategorien. Für deutschsprachige Schulen fehlt jedoch bislang eine funktional differenzierte Systematik von Softwarelösungen, nachfolgend bezeichnet als digitale Tools, die schulische Einsatzlogiken in den Mittelpunkt stellt. Dadurch bleiben viele Potenziale digitaler

Anwendungen ungenutzt, obwohl diese erheblich zur Entlastung, Effizienzsteigerung und Professionalisierung im Schulalltag beitragen könnten. Im *Navigator Bildung Digitalisierung* (2024) wird nicht nur auf ein Umsetzungs-, sondern auch auf ein Erkenntnisdefizit hingewiesen (Eickelmann et al. 2024b). Schulen und zugehörige Akteur:innen benötigen anschlussfähige Unterstützung in ihren Transformationsprozessen, da auch verbindliche Standards zur Nutzung digitaler Tools in Deutschland bislang nicht existieren. Stattdessen dominieren länder- und schulträgerabhängige Lösungen, die sich in Tiefe, Verbindlichkeit und technischer Ausstattung stark unterscheiden. Hinzu kommt eine Vielzahl kommerzieller Angebote, die zwar anwendungsfreundlich sind, aber die Vergleichbarkeit zusätzlich erschweren. Diese heterogene Landschaft digitaler Lösungen zeigt einerseits die Dynamik des Feldes, verdeutlicht jedoch andererseits den Mangel an Systematik. In der schulischen Praxis stellt dies eine erhebliche Belastung dar, da Lehrkräfte und Schulleitungen bei der Auswahl, Kombination und Integration digitaler Tools oftmals ohne Orientierung agieren müssen. Eine theoriegeleitete, praxisnahe Taxonomie digitaler Tools kann als strukturiertes Analyseraster mit systematischem Vokabular sowohl schulischen Entscheidungsprozessen als auch wissenschaftlicher Anschlussforschung dienen. Diese versteht sich dabei nicht als didaktische Theorie, sondern als komplementäre Strukturierungshilfe, die mediendidaktische Modelle auf der Tool-Ebene funktional ergänzt. Primäre Adressat:innen sind schulische Entscheidungstragende, insbesondere Schulleitungen; ergänzend richtet sich die Taxonomie an Akteur:innen aus dem Fortbildungsbereich und der Bildungspolitik, die fundierte Orientierung im digitalen Transformationsprozess benötigen. Ziel ist es damit, die Forschungslücke zu schliessen und auf Basis eines iterativen Verfahrens nach Nickerson et al. (2013) unter Einbezug der Delphi-Befragung eine wissenschaftlich fundierte und zugleich praxisnahe Taxonomie digitaler Tools im Schulkontext zu entwickeln. Daraus ergibt sich die zentrale Fragestellung:

Wie können digitale Tools für Schulen systematisch kategorisiert werden, um eine wissenschaftlich fundierte Taxonomie zu entwickeln, die sowohl Orientierung für schulische Akteur:innen bietet als auch eine anschlussfähige Grundlage für weiterführende Forschung im Kontext digitaler Bildung darstellt?

Dieser Beitrag gliedert sich wie folgt: Kapitel 2 stellt den theoretischen Rahmen und den aktuellen Forschungsstand dar. Kapitel 3 beschreibt die methodische Vorgehensweise einschliesslich Entwicklung und Validierung der Taxonomie. Kapitel 4 präsentiert die Ergebnisse. Kapitel 5 diskutiert die Befunde im Hinblick auf Forschungsbedarf und Praxisimplikationen.

2. Forschungsstand und konzeptionelle Grundlagen

Digitale Tools lassen sich im schulischen Kontext unterschiedlich definieren. Im vorliegenden Beitrag werden darunter ausschliesslich softwarebasierte Lösungen verstanden, die im schulischen Kontext eingesetzt werden. Dazu zählen Apps, Programme, Plattformen, Cloud- und Webanwendungen zur Unterstützung von Unterricht, Kommunikation und Organisation. Hardware wie digitale Tafeln oder Endgeräte sowie infrastrukturelle Voraussetzungen werden nicht systematisch betrachtet, da sie nicht Gegenstand der inhaltlich-funktionalen Klassifikation sind. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang jedoch der Leitfaden *Votum 2023/24: Empfehlungen zur IT-Ausstattung von Schulen* des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus, der Empfehlungen zur IT-Mindestausstattung von Schulen liefert (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024a). Ohne diese Infrastruktur können digitale Anwendungen weder implementiert noch sinnvoll genutzt werden (Niemann et al. 2024).

Ein differenzierter Blick auf bestehende Systematisierungsansätze zeigt verschiedene Zugänge zur Klassifikation schulischer Technologien. Taxonomien dienen der systematischen Ordnung komplexer Sachverhalte, beispielsweise die *Bloom'sche Taxonomie* zur Klassifikation von Lernzielen, die von Krathwohl (2002) überarbeitet wurde oder Biggs und Collis' (2014) *SOLO-Taxonomie* zur Analyse von Lernprozessen. Eine systematische Betrachtung schulischer Digitalisierungsprozesse bietet das Rahmenmodell von Syring et al. (2022), das auf Basis eines narrativen Reviews entwickelt wurde und verschiedene Handlungsebenen unterscheidet. Diese reichen von gesellschaftlichen Rahmenbedingungen über schulische Strukturen bis hin zu professionellen Kompetenzen von Lehrkräften und Lernvoraussetzungen. Das Modell zeigt, dass Digitalisierung nicht rein technisch zu denken ist, sondern im Zusammenspiel pädagogischer, organisatorischer und gesellschaftlicher Faktoren erfolgt. Die im vorliegenden Beitrag entwickelte Taxonomie schliesst an diese Perspektive insofern an, indem sie digitale Tools systematisch schulischen Anwendungsfeldern zuordnet und so zur operationalisierbaren Umsetzung eines systemischen Digitalisierungsverständnisses beiträgt. Ebenfalls wertvoll in diesem Zusammenhang ist die *Reference Architecture for an Integrated and Synergetic Use of Digital Tools in Education 4.0* von Goldin et al. (2022) für den koordinierten Einsatz digitaler Technologien in Bildungseinrichtungen. Diese gliedert sich in sechs Funktionsbereiche: Verwaltung, Leistungsbewertung, Lehren, Lernen, Diagnostik sowie institutionelle Infrastruktur, und betont die Bedeutung einer systematischen Integration digitaler Tools. Die Kategorisierung umfasst sowohl Hardware- als auch Softwarekomponenten und adressiert primär den Hochschul- und Berufsbildungsbereich. Goldin et al. (2022) betonen den fehlenden empirischen Validierungsstand und den Bedarf weiterer Forschung. Mit der Arbeit von Bacak et al. (2023) liegt ein internationaler Klassifikationsvorschlag für Bildungstechnologien im schulischen Kontext vor, der auf einer Analyse von Websites sowie Interviews mit Technologieverantwortlichen an US-amerikanischen K-12-Schulen basiert. Mithilfe ihres STC-Frameworks kategorisieren

sie schulische Technologien in vier Hauptbereiche: Educational, Management, Support sowie Network and Security Technologies. Diese Hauptkategorien umfassen zahlreiche Unterkategorien, denen in den Ergebnissen konkrete Technologien zugeordnet werden. Der Rahmen ist dabei breit angelegt und schliesst sowohl Hardware- als auch Softwarelösungen ein. Im Unterschied dazu fokussiert sich die vorliegende Studie nach Ordnungsprinzipien gezielt und differenzierter auf softwarebasierte Tools im engeren Sinne, die konkret im deutschen Schulkontext Anwendung finden.

Über die genannten klassifikatorischen Ansätze hinaus existieren im medienpädagogischen Diskurs etablierte Rahmenmodelle, die unterschiedliche Perspektiven auf den schulischen Einsatz digitaler Medien einnehmen und einen relevanten Bezugsrahmen für die hier entwickelte Taxonomie bilden. Das *SAMR-Modell* (Puentedura 2013) unterscheidet vier Stufen der Mediennutzung, die vom blossen Ersatz analoger Verfahren bis hin zur grundlegenden Neugestaltung von Lernsituationen reichen, und macht damit unterschiedliche Tiefen der unterrichtlichen Integration digitaler Tools sichtbar. Das *TPACK-Modell* (Mishra und Koehler 2006) konzeptualisiert die für den Unterricht mit digitalen Medien erforderlichen Lehrkräftekompetenzen als Zusammenspiel von fachlichem, pädagogischem und technologischem Wissen. Mit dem *European Framework for the Digital Competence of Educators* (Redecker 2017) liegt zudem ein europäisches Kompetenzraster für Lehrende vor, das digitale Kompetenz in sechs Bereiche differenziert. Das *Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt* (Brinda et al. 2025) ergänzt diese Perspektiven um eine interdisziplinäre Verortung digitaler Bildung in den Dimensionen Technik und Medien, Kultur und Gesellschaft sowie soziale Interaktion. Auch in der mediendidaktischen Grundlagenliteratur (Kerres 2018; Tulodziecki et al. 2021) finden sich differenzierte Konzeptualisierungen des Lernens mit und über Medien sowie Gestaltungsprinzipien für mediengestützte Lernangebote.

Die in diesem Beitrag entwickelte Taxonomie verfolgt im Unterschied dazu kein didaktisches, kompetenzbezogenes oder bildungstheoretisches Erkenntnisinteresse, sondern systematisiert das softwarebasierte Werkzeugangebot funktional. Sie versteht sich damit nicht als alternative Konzeption, sondern als komplementäre Strukturierungshilfe, die die in den genannten Modellen entwickelten Perspektiven auf der konkreten Tool-Ebene zusammenführt und für schulische Auswahl-, Implementierungs- und Forschungsprozesse operationalisierbar macht. Die Taxonomie adressiert damit primär die Ebene digitaler Werkzeugstrukturen und schulischer Einsatzlogiken, nicht jedoch die Ebene mediendidaktischer Gestaltung, professioneller Kompetenzmodellierung oder normativer Bildungstheorie. Sie ergänzt bestehende medienpädagogische Modelle insofern um eine funktional-systematisierende Perspektive auf konkrete digitale Anwendungen im Schulkontext.

Neben den genannten Ansätzen und Modellen fundieren auch empirische Befunde und bildungspolitische Rahmenbedingungen die Entwicklung der Taxonomie digitaler Tools theoretisch und praxisbezogen. In der dritten *Cornelsen Schulleitungsstudie* (2025) gehören an 63 % der Schulen digitalisierte Lernformate bereits zum Alltag und 96 % der Schulleitenden befürworten diese für die Schule der Zukunft. Künstliche Intelligenz (KI) zählt aktuell und mit Blick auf die nächsten fünf Jahre zu den Top 5 der wichtigsten Themen für Schulleitungen (Fichtner et al. 2025). Während dabei 66 % der Schulleitungen KI perspektivisch als wichtig einschätzen, nutzen jedoch nur 3 % der Schulen sie bereits selbstverständlich. Auch Lernerfahrungen und Prüfungsformate sollen sich durch KI verändern. Laut dem Deutschen Schulbarometer 2024 sehen 68 % der Lehrkräfte in digitalen Medien einen Mehrwert für den Unterricht, 66 % können passende Lern-Apps empfehlen und 61 % setzen digitale Lernangebote regelmässig zur Lernförderung ein (Robert Bosch Stiftung 2024). Die ICILS 2023 zeigt, dass sich der schulische Einsatz digitaler Medien in den letzten zehn Jahren deutlich erhöht hat: 2013 nutzten 9,1 %, 2018 bereits 23,2 % und 2023 schliesslich 69,9 % der Lehrkräfte täglich digitale Medien (Drossel et al. 2024). Diese Entwicklung weist auf eine zunehmende Verankerung digitaler Werkzeuge im Unterricht hin, auch wenn qualitative Fragen zur Nutzung weiterhin offenbleiben. Über 90 % der Schüler:innen sehen die Schule in der Verantwortung, ihnen das Lernen mit digitalen Medien zu ermöglichen (Fröhlich et al. 2024). Gleichzeitig zeigt die ICILS-Studie einen Kompetenzrückgang bei Lernenden aus dem 8. Jahrgang: 2023 lag der Mittelwert bei 502 Punkten (2013: 523 Punkte), über 40 % erreichen nur Kompetenzstufen I oder II, zu wenig für eine reflektierte, sichere Mediennutzung (Eickelmann et al. 2024a). Diese Diskrepanz zwischen wachsender Mediennutzung und stagnierenden Kompetenzen verdeutlicht, dass im Sinne des SAMR-Modells der Einsatz digitaler Tools allein noch keine transformative Veränderung der Lernkultur bewirkt.

Zusätzliche Orientierung geben empirische Befunde, bildungspolitische Programme und regulatorische Vorgaben. Das aktuelle Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission (SWK 2025) unterstreicht die Bedeutung von Digital Literacy als Schlüsselkompetenz für gesellschaftliche Teilhabe, demokratisches Urteilsvermögen und berufliche Anschlussfähigkeit. Sie umfasst nicht nur technisches Wissen, sondern ein Bündel funktionaler Kompetenzen wie ICT Literacy, Data Literacy und Critical Online Reasoning. Die SWK sieht mit zunehmender Verbreitung KI-gestützter Anwendungen Schulen in der Verantwortung, auch Kompetenzen zur Quellenbewertung, zur sicheren Navigation und zur Mitgestaltung der digitalen Gesellschaft systematisch zu vermitteln, Grundlage dafür sind geeignete digitale Tools. Zugleich zeigt ICILS 2023, dass Deutschland bei innovativen Tools im internationalen Vergleich zurückliegt: Adaptive Lernsysteme sind nur an 10,2 % der Schulen verfügbar (international: 23,5 %), Virtual-/Augmented-Reality-Anwendungen an 13,9 % (international: 30,0 %). Während grundlegende Tools wie Präsentationssoftware verbreitet sind, fehlen

zukunftsweisende und KI-gestützte Technologien (Niemann et al. 2024). Zur Unterstützung der digitalen Transformation arbeiten im *Kompetenzverbund lernen:digital* vier länderübergreifende Kompetenzzentren an Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Das Kompetenzzentrum Schulentwicklung stellt zentrale Professionalisierungsangebote vor, darunter hybride Fortbildungen wie ‹Digitale Kommunikation› oder ‹Digitale Bildungstechnologien zur Veränderung von Kooperation›. Letzteres behandelt drei zentrale Bildungstechnologien: KI-Systeme, Videosysteme und Social-Virtual-Reality-Umgebungen (lernen:digital 2025). Die KMK konkretisiert in ihrem Artikel «Lehren und Lernen in der digitalen Welt» zentrale Anforderungen an digitale Medien und Werkzeuge (KMK 2021b). Diese sollen nicht nur vorhandene Verfahren ergänzen, sondern Lernprozesse tiefgreifend transformieren. Hervorgehoben werden u. a. adaptives Lernen, digitale Diagnostik, computergestützte Rückmeldungen sowie kollaborative Formate. Auch Aspekte wie Inklusion, Barrierefreiheit und individuelle Förderung werden betont (KMK 2024b). Digitalisierung ist in den schulischen Qualitätsrahmen verankert, bislang jedoch meist im Hinblick auf Infrastruktur. Zwar wird die Bedeutung digitaler Medien für den Unterricht anerkannt, eine systematische Klassifikation nach Funktion, Einsatzbereich oder Mehrwert fehlt jedoch meist. Damit mangelt es an Vergleichbarkeit und Struktur. Dennoch wird Digitalisierung zunehmend als integraler Bestandteil schulischer Qualitätsarbeit verstanden. So ist sie im *Referenzrahmen Schulqualität Baden-Württemberg* als Querschnittsthema mit Bezug auf Unterricht, Diagnostik, Fortbildung und Leitungshandeln verankert (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2024). Die Corona-Pandemie hat die Bedeutung digitaler Lernangebote betont. Die KMK verweist auf das Angebot MUNDO, das qualitätsgeprüften, datenschutzkonformen Zugang zu digitalen Bildungsmedien bietet (KMK o. J.). Zur Förderung einheitlicher digitaler Bildungsinfrastrukturen wurden im Rahmen des *Digital-Pakts Schule* länderübergreifende Projekte wie *SODIX* initiiert, das den Materialtransfer zwischen Länderplattformen ermöglicht (KMK 2024a). Besonders hervorzuheben ist das Projekt *eduCheck digital* (EDCD), welches ein Prüfverfahren für digitale Bildungsmedien mit Kriterien wie Technik, Datenschutz und Interoperabilität etabliert. Erfüllt ein Tool die Standards, erhält es ein Siegel. Ab Sommer 2025 ist ein Self-Assessment mit Compliance-Check geplant (EDCD o. J.). Sowohl einzelne Kultusministerien als auch die KMK stellen zunehmend Informationen, Empfehlungen und eigene Plattformen bereit. Ein besonders gelungenes Beispiel ist die *BayernCloud Schule* (ByCS), eine zentrale Bildungsplattform mit datenschutzkonformer Infrastruktur. Sie umfasst eine Lernplattform (mebis), ein Online-Tafel-Tool, eine Mediathek, kollaborative Office-Anwendungen, ein Kommunikationssystem sowie Cloudspeicher. Ein Single Sign-on vereinfacht die Nutzung für Lehrkräfte und Lernende (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024b). Dazu kommen vielfältige Angebote kommerzieller Anbieter. Zusätzliche Mittel ergeben sich beispielsweise durch das Startchancen-Programm. Anbieter nutzen dies, um ihre Produkte gezielt zu bewerben.

Zusammenfassend verdeutlichen die aufgezeigten Modelle, empirischen Befunde und bildungspolitischen Entwicklungen: Es fehlt bislang eine theoriegeleitete, empirisch anschlussfähige und zugleich praxistaugliche Systematik, die sich spezifisch auf softwarebasierte Tools bezieht und deren funktionale Einsatzlogiken im schulischen Alltag differenziert erfasst. Eine Taxonomie digitaler Tools kann als systematisches Vokabular dienen, um schulische Prozesse vergleichbar zu machen, Forschung gezielt auszurichten und bildungspolitische Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Ziel ist es, eine abstrahierende, praxisnahe Systematik bereitzustellen, die schulische Einsatzbereiche digitaler Tools konsistent abbildet und sowohl Entscheidungstragenden als auch der Forschung eine funktionsbezogene Orientierung ermöglicht.

3. Methodik

Die Entwicklung der Taxonomie digitaler Tools folgt dem methodischen Rahmen von Nickerson et al. (2013), der ein strukturiertes, iteratives Vorgehen zur Klassifikation vorsieht. Bei den vier Iterationen wird der jeweilige Entwicklungspfad konzeptionell-empirisch oder empirisch-konzeptionell in Klammern mit angegeben. In der ersten Iteration (konzeptionell-empirisch) entstand durch Sichtung nationaler bildungspolitischer Strategien (z. B. KMK-Strategie «Bildung in der digitalen Welt», *DigitalPakt Schule*), internationaler Studien (z. B. ICILS), einschlägiger Fachliteratur und bestehender Angebote im schulischen Bereich eine erste Version der Taxonomie. Diese wurde durch die schulpraktische Expertise des Autors ergänzt. Auf die Nennung konkreter Tools wird aus mehreren Gründen bewusst verzichtet: Erstens unterscheiden sich Voraussetzungen und Bedarfe an Schulen erheblich. Zweitens unterliegen einzelne Tools einem schnellen Wandel, sodass Beispiele rasch veralten würden. Drittens wäre eine vollständige Erhebung konkreter Anwendungen im Rahmen dieses Beitrags weder realistisch noch zielführend. Die Konzentration auf abstrakte Funktionsbereiche gewährleistet daher eine höhere Übertragbarkeit und Nachhaltigkeit der Taxonomie. Die daraus abgeleiteten funktionalen Kategorien orientieren sich an schulischen Aufgabenbereichen und wurden initial in fünf Hauptkategorien mit jeweiligen Unterkategorien sowie der übergeordneten Rahmenebene 0. Multifunktionale Tools und Künstliche Intelligenz strukturiert. In einer zweiten Iteration (konzeptionell-empirisch) wurde die Taxonomie anhand der acht objektiven Beendigungsbedingungen nach Nickerson et al. (2013) überprüft. Geprüft wurde u. a. die logische Trennschärfe der Kategorien, die Abwesenheit redundanter oder überlappender Unterkategorien, die Eindeutigkeit der Zuordnung sowie die Konsistenz mit der definierten Meta-Charakteristik. In diesem Zuge erfolgten kleinere sprachliche Anpassungen sowie Umstrukturierungen innerhalb der Unterkategorien. Die Einordnung, Auswahl und Strukturierung der Kategorien erfolgte durch die Autoren unter bewusster Reflexion eigener Praxis- und Forschungsperspektiven. Um mögliche Verzerrungen durch subjektive Erfahrungen zu minimieren, wurde in einer dritten

Iteration ein systematisches Expert:innenfeedback eingeholt und priorisiert berücksichtigt. Dabei wurde der konzeptionelle Entwurf durch Rückmeldung zweier Forschender überprüft und weiterentwickelt (konzeptionell-empirisch). Eine Forscherin mit Schwerpunkt Mensch-Computer-Interaktion sowie ein Professor für empirische Bildungsforschung gaben gezieltes Feedback zur Struktur, Tiefe und Abgrenzung der Kategorien, insbesondere zur übergreifenden Rahmenebene 0. Multifunktionale Tools und Künstliche Intelligenz sowie zur Ebene 4. Diagnostik, Leistungsmessung und -bewertung. Auf dieser Basis wurden einzelne Begriffe präzisiert, Formulierungen angepasst und die Gliederung der Rahmenebene geschärft. In einer vierten Iteration (empirisch-konzeptionell) erfolgte die empirische Validierung der Taxonomie mithilfe eines Delphi-Verfahrens (Okoli und Pawlowski 2004). Auf Grundlage ihrer Expertise in den Bereichen digitale Schulentwicklung, Medienbildung und Schulmanagement wurden 13 Expert:innen aus Niedersachsen ausgewählt. Die regionale Fokussierung erfolgte bewusst, um eine möglichst heterogene Zusammensetzung aus Praxis, Beratung und Steuerung in einem strukturell konsistenten Schulsystem zu realisieren; sie wird in Kapitel 5 als Limitation explizit reflektiert (vgl. Kap. 5). Die Auswahl erfolgte auf Basis der jeweilig langjährigen Erfahrung im konkreten Praxisfeld, institutioneller Verankerung in Schulentwicklungs- und Fortbildungsstrukturen sowie ausgewiesener Expertise in der Implementierung digitaler Technologien im schulischen Kontext. Es wurden verschiedene Schulformen und Funktionen im niedersächsischen Schulwesen abgedeckt. Damit wurde eine möglichst heterogene Zusammensetzung realisiert, die verschiedene Perspektiven schulischer Steuerung, Implementierung und Praxis systematisch einbezieht. Teilgenommen haben die HCI-Wissenschaftlerin, zwei schulische Funktionstragende im digitalen Bereich, drei Schulleitungen jeweils einer Grundschule, einer Oberschule und eines Gymnasiums, zwei medienpädagogische Beratende des Niedersächsischen Landesinstituts für schulische Qualitätsentwicklung (NLQ), zwei Schulentwicklungsberatende des Regionalen Landesamts für Schule und Bildung (RLSB) sowie drei Fachberatende für Unterrichtsqualität des RLSB. Den Teilnehmenden wurde die Taxonomie mit einem Begleitschreiben und einem personalisierten Zugangscode zur Verfügung gestellt. Ziel der Delphi-Befragung war es, einen Expert:innenkonsens hinsichtlich der Qualität und Anwendbarkeit der Taxonomie herzustellen. Die Befragung wurde standardisiert über ein Online-Formular durchgeführt und umfasste elf geschlossene Items auf einer fünfstufigen Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu, 5 = stimme voll zu) sowie drei offene Anschlussfragen. Grundlage der Bewertung bildeten die fünf subjektiven Beendigungsbedingungen nach Nickerson et al. (2013) Prägnanz, Robustheit, Vollständigkeit, Erweiterbarkeit und Erklärungskraft sowie die nach DeVellis und Thorpe (2021) anerkannten Validitätskriterien, insbesondere Verständlichkeit und logische Struktur, inhaltliche Relevanz und Abdeckung sowie Praktikabilität. Diese wurden in der Delphi-Befragung durch gezielte Items erfasst.

Die offenen Rückmeldungen wurden nach dem Vorgehen von Mayring und Fenzl (2019) inhaltlich strukturiert ausgewertet. Auf Basis der für die Bewertung herangezogenen Kriterien nach DeVellis und Thorpe (2021) wurde vorab ein Kategorienrahmen mit den drei Bewertungskategorien Verständlichkeit, Vollständigkeit und Anwendungsnähe definiert. Die deduktive Zuordnung der Aussagen zu diesen Kategorien erfolgte in Form einer Einzelkodierung. Angesichts des begrenzten Materialumfangs (13 Antworten pro offener Frage) und der eindeutig definierten deduktiven Kategorien wurde auf eine zweite, unabhängige Kodierung verzichtet; die Einzelkodierung wird in Kapitel 5 als Limitation reflektiert.

Die qualitative Auswertung wird im Folgenden entlang der drei Kategorien strukturiert. Zur Verständlichkeit merkten einzelne Rückmeldungen eine mögliche fehlende Trennschärfe einzelner Begriffe und ihrer Abgrenzungen an. Bezüglich der Vollständigkeit wurde die Taxonomie mehrheitlich als umfassend bewertet; einzelne Rückmeldungen regten jedoch an, Aspekte wie Potenzialanalysen zur Berufsorientierung, Inklusion oder die Kommunikation mit Erziehungsberechtigten stärker hervorzuheben. Ebenfalls in diesen Bereich fielen Anmerkungen zur Reihenfolge und Gewichtung der Hauptkategorien sowie strukturelle Anregungen, etwa die Verschiebung digitaler Klassenbücher von Kategorie 1 in Kategorie 2 oder eine Aufteilung der Kommunikationskategorie in interne und externe Kommunikation. Zur Anwendungsnähe betonten mehrere Rückmeldungen die Relevanz konkreter Tool-Beispiele oder Anbieterlisten, die in dieser Taxonomie jedoch bewusst ausgeschlossen worden sind.

Insgesamt zeichneten die offenen Rückmeldungen ein deutlich positives Gesamtbild der Taxonomie. Die vereinzelten strukturellen Anregungen wurden als plausible alternative Strukturierungen eingeordnet, führten jedoch nicht zu hinreichenden Inkonsistenzen der bestehenden Taxonomie, um eine grundlegende Revision der Struktur erforderlich zu machen. Die vorliegende Fassung erreichte in den geschlossenen Items eine durchgängig hohe Zustimmung und bildete damit eine in sich konsistente Validierungseinheit im Sinne des iterativen Verfahrens nach Nickerson et al. (2013). Eine nachträgliche strukturelle Änderung hätte zudem eine erneute Delphi-Validierung erforderlich gemacht. Die Anregungen werden deshalb bewusst als Impulse für zukünftige Weiterentwicklungen der Taxonomie aufgegriffen.

Dieser inhaltliche Konsens galt als erreicht, wenn mindestens 75 % der Teilnehmenden einem geschlossenen Item mit einem Skalenwert ≥ 4 auf der fünfstufigen Likert-Skala zustimmten. Die gewählte Schwelle entspricht dem in der Delphi-Forschung etablierten Median für Konsensdefinitionen (Diamond et al. 2014). Dieser Schwellenwert wurde bereits in der ersten Delphi-Runde erreicht. Alle Items erreichten eine Zustimmung von mindestens 75 % (Skalenwert ≥ 4), wobei die durchschnittliche Zustimmung über alle Items hinweg bei 97,9 % lag. Der Mittelwert pro Item lag zwischen 4,46 und 4,85 auf der fünfstufigen Likert-Skala. Die vollständige Auswertung der geschlossenen Items der Delphi-Befragung, einschliesslich Verteilung, Mittelwerten und Zustimmungsquoten sowie die Antworten auf die offenen Fragen ist im Anhang enthalten. Die

durchweg hohe Zustimmung deutet auf eine breite Akzeptanz der vorgeschlagenen Struktur hin. Obwohl ursprünglich mehrere Delphi-Runden angedacht waren, wurde aufgrund der hohen Übereinstimmung in der ersten Runde und aufgrund des erreichten Expert:innenkonsenses von einer weiteren Befragung abgesehen. Da alle objektiven und subjektiven Beendigungsbedingungen nach Nickerson et al. (2013) strukturell und inhaltlich erfüllt waren, galt die Entwicklung mit Iteration 4 somit als abgeschlossen. Die Validierung bezog sich gezielt auf Anwendbarkeit und Nutzen der Taxonomie für schulische Entscheidungsprozesse sowie bildungswissenschaftliche Anschlussfragen. Im Unterschied zu empirisch-deskriptiven Ansätzen wie dem von Bacak et al. (2023), der auf einer umfangreichen Website-Analyse und auf Interviews mit US-amerikanischen Technologieverantwortlichen basiert, verfolgt die vorliegende Studie einen konzeptionell-gestaltenden Zugang. Sie zielt nicht auf die Erfassung bestehender Technologien ab, sondern auf die strukturierende Entwicklung eines konsistenten, funktionsbezogenen Vokabulars für den deutschsprachigen Schulkontext.

4. Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Taxonomie digitaler Tools für den schulischen Kontext, welche softwarebasierte Lösungen systematisch nach Funktionsbereichen strukturiert. Ziel ist es, eine wissenschaftlich fundierte und zugleich praxisnahe Kategorisierung bereitzustellen, welche die Vielfalt digitaler Möglichkeiten abbildet. Zur Wahrung der Übertragbarkeit und Neutralität wurde die Taxonomie selbst ohne beispielhafte Nennung konkreter Tools konzipiert. Die Taxonomie richtet sich primär an schulische Entscheidungstragende, insbesondere an Schulleitungen, die mit der Auswahl, Einführung und Reflexion digitaler Tools betraut sind. Daneben spricht sie weitere schulische Akteur:innen wie Medienberater:innen, Fachleitungen und Schulträger an. Darüber hinaus kann sie als Analyseinstrument für wissenschaftliche Studien sowie als Grundlage für Fortbildungen, Strategieentwicklung oder bildungspolitische Standardisierung genutzt werden. Die Einteilung erfolgt in einer übergeordneten Rahmenkategorie, fünf Hauptkategorien und 34 spezifische Unterkategorien. Die übergeordnete Rahmenkategorie 0. Multifunktionale Tools und Künstliche Intelligenz verläuft quer zu den funktionalen Hauptkategorien. Sie wurde bewusst als flexible Systemdimension konzipiert, um dynamische Entwicklungen bei digitalen Tools zukunftsorientiert abbilden zu können. Die Unterkategorie 0.1 umfasst dabei multifunktionale Tools, die sich keiner einzelnen Hauptkategorie klar zuordnen lassen, sondern verschiedene schulische Anwendungsbereiche verbinden. Somit werden komplexe digitale Angebote, wie sie beispielsweise durch zentrale Lösungen der Bundesländer wie der ByCS, durch verbreitete Schulplattformen wie Schulmanager, Untis oder IServ sowie durch weitere kommerzielle Produktfamilien wie Microsoft Office365 bereitgestellt werden, passend abgebildet. Solche Systeme vereinen von Kommunikation über Verwaltung bis hin zu Unterrichtsunterstützung zunehmend vielfältige

Funktionen und sind daher typischerweise multifunktional. Ergänzend wird schulische KI-Nutzung in der Rahmenkategorie in zwei Erscheinungsformen differenziert. Unter 0.2 werden eigenständige, generative KI-Anwendungen wie ChatGPT gefasst, die direkt zur Textproduktion, Optimierung oder Übersetzung eingesetzt werden können und Anforderungen aus mehreren Unterkategorien erfüllen. Unter 0.3 wird die indirekte KI-Nutzung abgebildet, bei der KI-Funktionalitäten in digitalen Tools integriert werden und somit z. B. KI-gestützte Individualisierung von Lernprozessen, automatisierten Diagnose oder Feedbacksteuerung erlauben. Die getrennte Erfassung von KI in der Rahmenkategorie macht KI als systemische Querschnittsdimension sichtbar: KI manifestiert sich zunehmend nicht nur als eigenständige Anwendung (0.2), sondern auch als integrierte Funktionalität in Tools, die funktional anderen Kategorien zugeordnet sind – beispielsweise bei 2.4 Adaptives Lernen oder 2.8 Sprach-Text-Umwandlung. Die Rahmenkategorie fungiert damit als zusätzliche systemische Beschreibungsebene, die funktionale Zuordnungen ergänzt, ohne sie aufzulösen. Die fünf Hauptkategorien orientieren sich an den zentralen Handlungsfeldern schulischer Digitalisierung: 1. Schulverwaltung und Organisation, 2. Unterricht und Lernprozesse, 3. Kommunikation, Kollaboration und Schulgemeinschaft, 4. Diagnostik, Leistungsmessung und -bewertung sowie 5. Medienproduktion und Präsentation. Sie sind so angelegt, dass sie zentrale schulische Prozesse differenziert erfassen. Die Kategorie 1. Schulverwaltung und Organisation umfasst digitale Lösungen zur administrativen, rechtlichen und infrastrukturellen Steuerung schulischer Abläufe, die von der Stundenplanung über das Beurteilungsmanagement bis zur IT-Wartung reichen. In Abgrenzung dazu fokussiert Kategorie 2. Unterricht und Lernprozesse digitale Anwendungen zur didaktischen Planung, Durchführung und Individualisierung von Lernprozessen, darunter auch inklusive Angebote und adaptive Lernsysteme. Die begriffliche Unterscheidung zwischen 1.10 Unterrichtsorganisation mit administrativem Fokus und 2.1 Unterrichtsplanung mit didaktisch-operativem Fokus wurde bewusst gewählt, um die unterschiedlichen Zielsetzungen dieser digitalen Unterstützung sichtbar zu machen. Kategorie 3 bündelt digitale Kommunikations- und Kollaborationstools, die u. a. schulische Kommunikation, Transparenz und Partizipation erlauben und fördern. Die vormals eigenständige Unterkategorie Videokonferenz wurde während der zweiten Iteration unter 3.1 Kommunikation subsumiert, da die funktionale Unterscheidung im schulischen Alltag fliessend ist. In Kategorie 4 werden digitale Lösungen zur Leistungserfassung, -messung und -rückmeldung klassifiziert. Diese reichen von E-Assessments über unmittelbare Feedbackformate bis hin zu diagnostischen Verfahren. Kategorie 5 schliesslich enthält Tools zur digitalen Materialgestaltung, zur Bearbeitung multimedialer Inhalte sowie zur Präsentation z. B. von Lern- und Unterrichtsergebnissen. Die Taxonomie verfolgt ein funktionales Ordnungsprinzip, digitale Tools nach ihrem Einsatz in Schulen zu kategorisieren, um das umfassende Spektrum an Möglichkeiten sichtbar zu machen. Die quer zu den Hauptkategorien liegende Rahmenkategorie 0 ergänzt dieses Prinzip um eine zweite Klassifikationsebene und erfasst systemische Eigenschaften:

Multifunktionalität (0.1) und die KI-Dimension (0.2, 0.3). Haupt- und Rahmenkategorien beantworten damit unterschiedliche Fragen – die einen die funktionale Bestimmung eines Tools (Was leistet es?), die anderen dessen systemische Eigenschaften (Auf welcher technischen Logik beruht es? Welche Anwendungsbereiche umfasst es?). Resultierende Mehrfachzuordnungen sind deshalb keine Trennschärfe-Defizite, sondern eine zweidimensionale Beschreibung: So wird ein KI-gestütztes adaptives Lernsystem zugleich der funktionalen Kategorie 2.4 Adaptives Lernen und der systemischen Kategorie 0.3 Integrierte KI zugeordnet. Diese Trennung trägt insbesondere der aktuellen Entwicklung Rechnung, dass identische funktionale Anwendungen – etwa adaptives Lernen, das historisch auch ohne KI realisiert wurde – zunehmend KI-basiert umgesetzt werden, ohne dass damit ihre funktionale Zuordnung obsolet würde. Um die Anschlussfähigkeit an verschiedene Bildungskontexte zu gewährleisten, ist die Taxonomie technologieoffen und beschreibt keine konkreten Produktbeispiele. Stattdessen liegt der Fokus auf der begrifflichen Präzision der Kategorien und einer abstrahierenden Systematik, die auch zukünftige Entwicklungen wie den zunehmenden Einsatz von KI oder die Ausweitung integrierter Plattformlösungen berücksichtigt. Unter der Unterkategorie 2.9 Fachspezifisches Lernen werden zudem digitale Tools für besondere Fachbereiche und individuelle Förderbedarfe systematisch erfasst, inklusive Anwendungen für Musik, Sprachen, Programmieren oder weitere spezifische Lernfelder. Die Struktur der Taxonomie wurde entlang schulischer Aufgabenfelder und Funktionsbereiche gebildet, nicht entlang technischer Merkmale. Dadurch wird es möglich, pädagogische und administrative Anforderungen systematisch zu erfassen, unabhängig vom konkreten Tool oder Anbieter. Insbesondere angesichts multifunktionaler Plattformen und zunehmend KI-gestützter Systeme schafft die Taxonomie ein flexibles, anschlussfähiges Ordnungssystem für Forschung, Schulentwicklung und Bildungspolitik. Die folgende Tabelle zeigt die finale Version der Taxonomie, wie sie nach vier Iterationen entstanden ist. Sie bildet den systematischen Kern des entwickelten Kategoriensystems und dient der strukturierten Einordnung softwarebasierter Tools nach ihrem schulischen Einsatzzweck.

Taxonomie Digitale Tools an Schulen Digitale Tools umfassen in diesem Kontext ausschliesslich softwarebasierte Lösungen, darunter Apps, Systeme, Programme, Plattformen, Cloudlösungen und webbasierte Anwendungen.	
Kategorie	**Erläuterung**
0. Multifunktionale Tools und Künstliche Intelligenz Diese übergreifende Rahmenkategorie umfasst digitale Tools mit mehreren Anwendungsfeldern sowie Künstliche Intelligenz als einerseits eigenständige Anwendungen und andererseits als zunehmend integrierten Bestandteil in digitalen Tools.	
0.1 Multifunktionale Tools	Digitale Tools, die verschiedene Anwendungen der Kategorien und Unterkategorien bündeln und somit multifunktional eingesetzt werden können.

Kategorie		Erläuterung
0.2 Künstliche Intelligenz als eigenständiges Tool		Künstliche Intelligenz als eigenständige Anwendung wie z. B. generative Künstliche Intelligenz, die flexibel in verschiedenen schulischen Kontexten eingesetzt werden kann.
0.3 Künstliche Intelligenz als integrierter Bestandteil innerhalb digitaler Tools		Digitale Tools, bei denen Künstliche Intelligenz integrativer Bestandteil ist, etwa zur Automatisierung, Personalisierung oder Datenanalyse innerhalb eines spezifischen Aufgabenbereichs.
Multifunktionale Tools und Künstliche Intelligenz	**1. Schulverwaltung und Organisation** Diese Kategorie umfasst digitale Tools zur administrativen, organisatorischen und rechtlichen Steuerung schulischer Abläufe sowie zur Sicherung und Wartung der IT-Infrastruktur.	
	1.1 Digitale Klassenbücher	Digitale Tools zur Dokumentation von Anwesenheiten, Fehlzeiten, Noten und weiteren Schülerdaten.
	1.2 Kalender- und Buchungsmanagement	Digitale Tools zur Terminplanung, Ressourcenbuchung sowie zur Organisation schulischer Veranstaltungen.
	1.3 Stundenplanung- und Vertretungsmanagement	Digitale Tools zur Erstellung und Anpassung von Stundenplänen inklusive Vertretungsregelungen.
	1.4 Finanzverwaltung	Digitale Tools zur Verwaltung von schulischen Budgets, Einnahmen und Ausgaben.
	1.5 Klassenverwaltung	Digitale Tools zur Dokumentation und Koordination auf Klassenebene, z. B. für eine Klassenlehrkraft.
	1.6 Schulverwaltung	Digitale Tools zur umfassenden Abwicklung administrativer Prozesse wie Personenverwaltung, Zeugnisverwaltung oder Statistikmeldung.
	1.7 Personal- und Beurteilungsmanagement	Digitale Tools zur Erstellung von Beurteilungen und Planungen im Personalbereich, z. B. für Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst.
	1.8 Rechts- und Verwaltungsinformationen	Digitale Tools zur Bereitstellung und Recherche aktueller schulrechtlicher Regelungen und Verwaltungsvorgaben, z. B. mit der Möglichkeit von Stichwortsuchen und Nutzung von Verknüpfungen.
	1.9 Virtuelle Fortbildungen und Selbstlernangebote	Digitale Tools für die individuelle oder institutionelle Weiterbildung schulischer Mitarbeitenden.
	1.10 Unterrichtsorganisation	Digitale Tools zur rein strukturellen und organisatorischen Vorbereitung von Unterricht, unabhängig vom konkreten Lernsetting.
	1.11 Cloudlösung und Dateiverwaltung	Digitale Tools zur Speicherung, Synchronisierung und Verwaltung schulischer Dateien und Materialien.
	1.12 Gerätemanagement	Digitale Tools zur Administration schulischer Endgeräte, einschliesslich Monitoring und Wartung.
	1.13 Datenschutz- und Sicherheitslösungen	Digitale Tools zur Einhaltung datenschutzrechtlicher Vorgaben sowie zur Gewährleistung der IT-Sicherheit.

Kategorie		Erläuterung
Multifunktionale Tools und Künstliche Intelligenz	**2. Unterricht und Lernprozesse** Diese Kategorie umfasst digitale Tools zur Planung, Durchführung und Begleitung von Unterricht sowie zur Förderung individualisierter Lernprozesse und inklusiver Bildung.	
	2.1 Unterrichtsplanung	Digitale Tools zur strukturierten Planung und Durchführung des Unterrichts.
	2.2 Lernmanagement	Digitale Tools zur Verwaltung, Strukturierung und Rückmeldung von Lerninhalten und Aufgaben.
	2.3 Virtuelles Klassenzimmer	Digitale Tools für synchrones Lernen, etwa im Distanz- oder Hybridunterricht.
	2.4 Adaptives Lernen	Digitale Tools, die sich individuell an Lernstand und Tempo der Lernenden anpassen und Selbstlernen ermöglichen.
	2.5 Virtuelle Labore, Simulationen und interaktive Lernumgebungen	Digitale Tools zur Visualisierung und Durchführung komplexer Inhalte in virtuellen Kontexten.
	2.6 Digitale Lernspiele und Gamification	Digitale Tools zur spielerischen Gestaltung von Lernprozessen zur Steigerung von Motivation und Engagement.
	2.7 Barrierefreies Lernen	Digitale Tools, die den Zugang zu Lerninhalten für Lernende mit besonderen Bedürfnissen erleichtert.
	2.8 Sprach-Text-Umwandlung	Digitale Tools zur Umwandlung von gesprochener Sprache in Text und umgekehrt von Text in gesprochene Sprache zur Unterstützung sprachsensibler oder inklusiver Lernsituationen.
	2.9 Fachspezifisches Lernen und Fördern von Kompetenzen	Digitale Tools für fachspezifische Förderung, spezielle Förderbedarfe oder spezifische Kompetenzen. Darunter fallen z. B. digitale Tools für Fächer wie Musik, Sprachen oder Programmieren sowie zur Förderung von z. B. digitaler Kompetenzen wie Critical Online Reasoning.
	3. Kommunikation, Kollaboration und Schulgemeinschaft Diese Kategorie umfasst digitale Tools für interne und externe Kommunikation, Zusammenarbeit sowie schulisches Miteinander. Die digitalen Lösungen fördern Partizipation, Transparenz und Gemeinschaft.	
	3.1 Kommunikation	Digitale Tools für den schriftlichen oder audiovisuellen Austausch innerhalb der Schule und mit externen Partnern. Sie dienen der Durchführung virtueller Treffen wie Videokonferenzen, z. B. für Austausch, Konferenzen, Beratungen oder Unterrichtseinheiten.
	3.2 Kollaboration	Digitale Tools zur gemeinsamen Bearbeitung von Dokumenten, Projekten oder Präsentationen.
	3.3 Öffentlichkeitsarbeit und Social Media	Digitale Tools zur Darstellung der Schule nach aussen und zur Interaktion mit der Schulgemeinschaft.

Kategorie		Erläuterung
Multifunktionale Tools und Künstliche Intelligenz	**4. Diagnostik, Leistungsmessung und -bewertung** Diese Kategorie umfasst digitale Tools zur Erfassung, Auswertung und Rückmeldung von Lernenden, Lernständen und Kompetenzen. Die digitalen Lösungen erleichtern diagnostische Erhebungen und unterstützen die Individualisierung und pädagogische Planung im Sinne einer datengestützten Förderung.	
	4.1 E-Assessment	Digitale Tools zur Erstellung, Durchführung und automatisierten Korrektur und Auswertung von Leistungsnachweisen.
	4.2 Live-Feedback	Digitale Tools zur unmittelbaren Rückmeldung im Unterricht, z. B. mithilfe digitaler Abstimmungen oder mithilfe von Quizformaten.
	4.3 Lernstandserhebung und Evaluation	Digitale Tools zur systematischen und kontinuierlichen Erfassung von Lernentwicklungen, Lernständen und Förderbedarfen. Dazu zählen sowohl standardisierte als auch informelle diagnostische Verfahren. Die Tools können fachspezifische Kompetenzen erheben – etwa die Leseflüssigkeit im Fach Deutsch – oder überfachliche Kompetenzen etwa aus dem Bereich Digital Literacy.
	5. Medienproduktion und Präsentation Diese Kategorie umfasst digitale Tools zur Erstellung, Bearbeitung und Präsentation von Lern- und Unterrichtsmaterialien sowie multimedialen Inhalten.	
	5.1 Digitale Materialerstellung	Digitale Tools zur digitalen Aufbereitung von Materialien wie Arbeitsblättern oder interaktiven Aufgaben.
	5.2 Text-, Bild-, Video- und Audiobearbeitung	Digitale Tools zur Produktion und Bearbeitung von Text-, Bild-, Audio- und Videoinhalten.
	5.3 Präsentationslösungen	Digitale Tools zur visualisierten Darstellung von Inhalten.

Tab. 1: Taxonomie Digitale Tools an Schulen.

5. Diskussion und Ausblick

Die entwickelte Taxonomie zeigt die Breite und Komplexität digitaler Lösungen im schulischen Kontext. Um den administrativen Aufwand zu reduzieren und den Zugang zu digitalen Anwendungen zu erleichtern, empfiehlt die KMK den weiteren Ausbau von ID-Management-Systemen und Single-Sign-On-Lösungen als integrale Bestandteile moderner schulischer IT-Infrastrukturen (KMK 2016). Auch diese anwendungsfreundlichen Elemente sollten bei der strategischen Weiterentwicklung schulischer Plattformstrukturen in Verbindung mit der Taxonomie mitgedacht werden. Neben der Anwendungsfreundlichkeit sind bei der Auswahl digitaler Tools auch die technisch-infrastrukturellen Voraussetzungen sowie rechtliche bzw. Datenschutzaspekte zu beachten. Das bereits in Kapitel 2 vorgestellte bundesländerübergreifende Projekt EDCD stellt dabei einen wichtigen Schritt dar (EDCD o. J.). Die Taxonomie kann dabei als ergänzender Ordnungsrahmen dienen, um geprüfte Tools systematisch nach schulischen Funktionsbereichen

zu strukturieren und so die Anschlussfähigkeit an pädagogische und administrative Entscheidungsprozesse zu erhöhen. Für schulische Entscheidungsprozesse unterstützt die Taxonomie z. B. die Erstellung von Tool-Landkarten, die Identifikation redundanter Systeme sowie die Priorisierung von Investitionen pro Funktionsbereich. Ebenso bedeutend sind die Entwicklungen im Bereich der KI im Bildungsbereich. Vor dem Hintergrund sprechen sich die Länder laut Handlungsempfehlung der KMK (2024c) für die Entwicklung schulisch geeigneter, datenschutzkonformer und didaktisch fundierter KI-Lösungen aus. Perspektivisch ist ein eigener, hoheitlich betriebener Large Language Model-Dienst (LLM) für den schulischen Einsatz geplant. Die vorliegende Arbeit leistet mit der entwickelten Taxonomie somit einen praktischen Beitrag zur systematischen Einordnung digitaler Tools im schulischen Kontext in einem zunehmend komplexeren Feld. Gleichzeitig bietet sie der Wirtschaft und Bildungsadministration eine strukturierte Grundlage, um bestehende Plattformen, darunter auch ländereigene, strategisch weiterzuentwickeln und vorhandene Lücken zu identifizieren. Die entwickelte Taxonomie bietet auch für die Bildungsforschung einen relevanten Mehrwert. Als strukturierte Grundlage für die Einordnung und Analyse digitaler Tools schafft sie ein systematisches Vokabular, das Forschungsvorhaben im Bereich Schulentwicklung, Medienbildung und Digitalisierung theoretisch wie praktisch fundieren kann. So lassen sich beispielsweise Forschungsfragen zur Wirksamkeit digitaler Anwendungen präziser stellen, indem Tools differenziert nach Einsatzbereichen betrachtet werden. Dabei bleibt der pädagogisch-didaktische Kontext entscheidend, da die Wirksamkeit digitaler Tools massgeblich von deren methodischem Einsatz und der Einbettung in Lernprozesse abhängt. Auch für die Entwicklung evidenzbasierter Empfehlungen, etwa zu Mindeststandards digitaler Infrastruktur an Schulen oder zu funktionalen Anforderungen an digitale Tools, bildet die Taxonomie eine geeignete Ausgangsbasis. Auf Basis der Taxonomie können künftig empirisch abgesicherte (Mindest-)Standards pro Schulform und Funktionsbereich entwickelt werden, die über Infrastrukturvorgaben hinausgehen und funktionale Anforderungen an Software präzisieren. Darüber hinaus eröffnet sie Anschlussmöglichkeiten für benachbarte Disziplinen, insbesondere die Informatik und KI-Forschung, die vielfach über detailliertes technologisches Wissen verfügen, jedoch häufig kein vertieftes Verständnis schulischer Handlungslogiken mitbringen. So können beispielsweise Anforderungen an schulische KI-Systeme durch die Taxonomie klarer formuliert und besser mit fachdidaktischen Anforderungen verzahnt werden. Die Taxonomie kann hier als Orientierungsrahmen dienen, um interdisziplinäre Forschungsvorhaben zielgerichtet auf schulische Bedarfe auszurichten.

Gleichzeitig weist die Arbeit Limitationen auf, die wir transparent benennen. Die Studie verfolgt keinen statistisch-generalisierenden Anspruch, sondern einen konzeptionell-validierenden Zugang zur Entwicklung einer funktionalen Taxonomie digitaler Tools im Schulkontext. Ziel des Delphi-Verfahrens war dementsprechend nicht die Repräsentation aller schulischen Perspektiven, sondern die reflektierte Validierung der entwickelten

Struktur durch einschlägig erfahrene Expert:innen aus unterschiedlichen Bereichen schulischer Digitalisierungspraxis. Die Delphi-Stichprobe umfasst 13 Expert:innen und liegt damit am unteren Rand des in der Delphi-Literatur empfohlenen Bereichs. Die Erhebung wurde nach der ersten Runde abgeschlossen, da der vorab definierte Konsensschwellenwert von 75 % (Skalenwert ≥ 4) über alle Items hinweg überschritten wurde. Die Stichprobe ist zudem regional auf Niedersachsen beschränkt. Diese Eingrenzung wurde bewusst getroffen, um eine heterogene Zusammensetzung aus Praxis, Beratung und Steuerung innerhalb eines strukturell konsistenten Schulsystems zu realisieren. Die Übertragbarkeit der Taxonomie auf andere Bundesländer ist zudem vor dem Hintergrund heterogener schulischer Plattform- und Verwaltungsstrukturen nur eingeschränkt zu beurteilen. Unterschiede zwischen landesspezifischen Infrastrukturen – etwa ByCS in Bayern, LOGINEO NRW oder lernen.cloud in Brandenburg – betreffen nicht nur technische Implementierungen, sondern teilweise auch funktionale Schwerpunktsetzungen digitaler Schulökosysteme. Eine bundesländerübergreifende Validierung stellt daher einen zentralen nächsten Entwicklungsschritt der Taxonomie dar. Die Auswahl der Expert:innen fokussiert ferner auf Akteur:innen aus schulischer Steuerung, Beratung und Schulleitung. Perspektiven aus der Lehrkräfteschaft, der Schüler:innenebene sowie aus Schulträger- und Datenschutzkontexten sind in der vorliegenden Erhebung nicht systematisch repräsentiert und sollten in weiteren Studien einbezogen werden. Methodisch ist anzumerken, dass die qualitative Auswertung der offenen Antworten als Einzelkodierung erfolgte. Die Eindeutigkeit der vorab definierten deduktiven Kategorien und der begrenzte Materialumfang rechtfertigen dieses Vorgehen; eine zweite, unabhängige Kodierung in Folgestudien würde die intersubjektive Nachvollziehbarkeit jedoch zusätzlich erhöhen. Eine weitere, methodisch bedingte Einschränkung betrifft die Asymmetrie zwischen geschlossenen und offenen Antworten der Delphi-Befragung: Da der Konsensschwellenwert bereits in der ersten Runde überschritten wurde, sind die in den offenen Antworten formulierten strukturellen Anregungen für die hier vorgelegte Fassung der Taxonomie nicht mehr umgesetzt worden. Dies ist im Sinne des iterativen Verfahrens nach Nickerson et al. (2013) methodisch konsequent, weil eine nachträgliche strukturelle Anpassung die empirische Validierung selbst betroffen hätte. Inhaltlich stellen die Anregungen jedoch wertvolle Anknüpfungspunkte für künftige Weiterentwicklungen dar – etwa eine Verschiebung digitaler Klassenbücher von Kategorie 1 in Kategorie 2, eine Differenzierung der Kommunikationskategorie nach interner und externer Kommunikation (z. B. mit Erziehungsberechtigten) sowie eine vertiefte Behandlung von Berufsorientierung, Inklusion und Kooperation mit ausserschulischen Partnern. Schliesslich fehlt bislang ein Praxistest der Taxonomie im schulischen Alltag, um die Anwendbarkeit der Kategorien empirisch zu prüfen und gegebenenfalls zu schärfen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind daher als erster empirischer Zugang zu verstehen, der durch eine breitere Validierung erweitert und vertieft werden sollte.

Die Taxonomie versteht sich dabei ausdrücklich nicht als statisches Ordnungssystem, sondern als adaptierbare Strukturierungshilfe in einem hochdynamischen Feld digitaler Schulentwicklung. Sie kann dazu beitragen, Digitalisierungsprozesse gezielter zu analysieren und weiterzuentwickeln. Insbesondere die zunehmende Integration KI-basierter Funktionalitäten dürfte zukünftig weitere Differenzierungen und iterative Weiterentwicklungen erforderlich machen.

Literatur

Bacak, Julie, Jonathan Wagner, Florence Martin, Erik Byker, WeiChao Wang, und Lynn Alhgrim-Delzell. 2023. «Examining Technologies Used in K-12 School Districts: A Proposed Framework for Classifying Educational Technologies». *Journal of Educational Technology Systems* 51 (Februar): 282–302. https://doi.org/10.1177/00472395231155605.

Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. 2024a. Votum 2023/24: Empfehlungen zur IT-Ausstattung von Schulen. München, 2024. https://mebis.bycs.de/beitrag/votum.

Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. 2024b. BayernCloud Schule (ByCS). https://www.km.bayern.de/gestalten/digitalisierung/Digitale-Bildungsinfrastruktur-an-Schulen/bayerncloud-schule.

Biggs, John B., und Kevin F. Collis. 2014. *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy* (Structure of the Observed Learning Outcome). Academic Press.

Brinda, Torsten, Niels Brüggen, Ira Diethelm, Thomas Knaus, Sven Kommer, Christine Kopf, Rainer Leschke, Petra Missomelius, Friederike Tilemann, und Andreas Weich. 2025. «Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt: Ein interdisziplinäres Modell». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* (Occasional Papers): 186–98. https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2025.08.06.X.

Bund und Länder und Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). 2019. Verwaltungsvereinbarung-DigitalPakt Schule 2019 bis 2024. Mai 2019. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2019/2019_05_17-Verwaltungsvereinbarung-Digitalpakt-Schule.pdf.

Drossel, Kerstin, Julia Gerick, Jan Niemann, Birgit Eickelmann, und Marius Domke. 2024. «Die Perspektive der Lehrkräfte auf das Lehren mit digitalen Medien und die Förderung des Erwerbs computer- und informationsbezogener Kompetenzen in Deutschland im internationalen Vergleich». In *ICILS 2023 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler*innen im internationalen Vergleich*, herausgegeben von Birgit Eickelmann, Nadine Fröhlich, Wilfried Bos, Julia Gerick, Frank Goldhammer, Heike Schaumburg, Knut Schwippert, Martin Senkbeil, und Jan Vahrenhold, 149–88. Münster: Waxmann. https://doi.org/10.31244/9783830999492.

DeVellis, Robert F., und Carolyn T. Thorpe. 2021. Scale development: Theory and applications. Sage publications.

Diamond, Ivan R., Robert C. Grant, Brian M. Feldman, Paul B. Pencharz, Simon C. Ling, Aideen M. Moore, und Paul W. Wales. 2014. «Defining consensus: a systematic review recommends methodologic criteria for reporting of Delphi studies». *Journal of Clinical Epidemiology* 67 (4): 401–9. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.12.002.

eduCheck digital. o. J. Wir prüfen digitale Bildungsmedien. https://educheck.schule.

Eickelmann, Birgit, Wilfried Bos, Julia Gerick, und Nadine Fröhlich. 2024a. «Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schüler*innen der 8. Jahrgangsstufe in Deutschland im dritten internationalen Vergleich». In *ICILS 2023 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler*innen im internationalen Vergleich*, herausgegeben von Birgit Eickelmann, Nadine Fröhlich, Wilfried Bos, Julia Gerick, Frank Goldhammer, Heike Schaumburg, Knut Schwippert, Martin Senkbeil, und Jan Vahrenhold, 47–72. Münster: Waxmann. https://doi.org/10.31244/9783830999492.

Eickelmann, Birgit, Julia Gerick, Uta Hauck-Thum, und Kai Maaz. 2024b. Navigator Bildung Digitalisierung. Konzeptionierung und Orientierung zum Stand der digitalen Transformation im schulischen Bildungsbereich in Deutschland. Berlin, 2024.

Fichtner, Sarah, Matthias Sandau, Hannah Glinka, Philipp Zosel, Sophia Falter, Klaus Hurrelmann, und Dieter Dohmen. 2025. Cornelsen Schulleitungsstudie 2025: Zwischen Vision und Rebellion. Berlin, 2025. https://www.cornelsen.de/_Resources/Persistent/3/0/c/1/30c1df9996a240a09824137c46be069fd0dc3d45/0001100000220%2020250225_Cornelsen_Studie_2025_LangfassLan.pdf.

Fröhlich, Nadine, Heike Schaumburg, Birgit Eickelmann, Julia Gerick, Kerstin Drossel, und Marius Domke. 2024. «Die Perspektive der Schüler*innen auf das Lernen mit digitalen Medien und den Erwerb computer- und informationsbezogener Kompetenzen in Deutschland im internationalen Vergleich». In *ICILS 2023 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler*innen im internationalen Vergleich*, herausgegeben von Birgit Eickelmann, Nadine Fröhlich, Wilfried Bos, Julia Gerick, Frank Goldhammer, Heike Schaumburg, Knut Schwippert, Martin Senkbeil, und Jan Vahrenhold, 117–48. Münster: Waxmann. https://doi.org/10.31244/9783830999492.

Goldin, Thomas, Erwin Rauch, Corina Pacher, und Manuel Woschank. 2022. «Reference Architecture for an Integrated and Synergetic Use of Digital Tools in Education 4.0». Procedia Computer Science 200 (März): 407–17. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.239.

Kerres, Michael. 2018. *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. 5. Auflage. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg. https://doi.org/10.1515/9783110456837.

Krathwohl, David R. 2002. «A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview». *Theory Into Practice* 41 (4): 212–18. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2.

Kultusministerkonferenz. 2016. Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. 2016. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf.

Kultusministerkonferenz. 2021a. Gemeinsame Förderbekanntmachung der Länder zur Umsetzung der Zusatzvereinbarung «Administration» zum DigitalPakt Schule. November 2021. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_11_24-Digitale-Schule-gemeinsame-Position.pdf.

Kultusministerkonferenz. 2021b. Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz «Bildung in der digitalen Welt» (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09. 12. 2021). https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf.

Kultusministerkonferenz. 2024a. Fakten & Argumente: DigitalPakt Schule. Offene Bildungsmediathek der Länder (Qualitätssicherung). 2024. https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Dokumentation/FaktenUndArgumente/2024_03_15_A4quer_FaktenArgumente_DigitalPakt Schule.pdf.

Kultusministerkonferenz. 2024b. Fortschrittsbericht DigitalPakt Schule 2023–2024. Bonn, 2024. https://www.digitalpaktschule.de/img/20241129_Fortschrittsbericht_2024_A4_09_RZ_barrierefrei.pdf.

Kultusministerkonferenz. 2024c. Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen (Beschluss der Bildungsministerkonferenz vom 10. 10. 2024. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_10_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf.

Kultusministerkonferenz. o. J. Distanzlernen – Digitale Lernangebote. https://www.kmk.org/themen/bildung-in-der-digitalen-welt/distanzlernen.html.

lernen:digital (Hrsg.). 2025. Schulentwicklung – Professionalisierungsangebote. Potsdam, 2025. https://lernen.digital/.

Mayring, Philipp, und Thomas Fenzl. 2019. «Qualitative Inhaltsanalyse». In *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, herausgegeben von Nina Baur und Jörg Blasius, 633–48. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_42.

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. 2024. Digitalisierung als Querschnittsthema. Referenzrahmen Schulqualität Baden-Württemberg. https://referenzrahmen.kultus-bw.de/site/pbs-bw-km-root/get/documents_E1624526958/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Projekte/referenzrahmen/Downloadordner%20Querschnittsthemen/barrierefrei_Digitalisierung.pdf.

Mishra, Punya, und Matthew J. Koehler. 2006. «Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge». *Teachers College Record* 108 (6): 1017–54. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x.

Nickerson, Robert C., Upkar Varshney, und Jan Muntermann. 2013. «A method for taxonomy development and its application in information systems». European Journal of Information Systems 22 (3): 336–59. https://doi.org/10.1057/ejis.2012.26.

Niemann, Jan, Birgit Eickelmann, Heike Schaumburg, und Nadine Fröhlich. 2024. «Technologische Rahmenbedingungen in Schulen in Deutschland im internationalen Vergleich». In *ICILS 2023 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler*innen im internationalen Vergleich*, herausgegeben von Birgit Eickelmann, Nadine Fröhlich, Wilfried Bos, Julia Gerick, Frank Goldhammer, Heike Schaumburg, Knut Schwippert, Martin Senkbeil, und Jan Vahrenhold, 217–54. Münster: Waxmann. https://doi.org/10.31244/9783830999492.

Okoli, Chitu, und Suzanne Pawlowski. 2004. «The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications». *Information & Management* 42 (Dezember): 15–29. https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002.

Puentedura, Ruben R. 2013. «SAMR: Getting to Transformation». https://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2013/04/16/SAMRGettingToTransformation.pdf.

Redecker, Christine. 2017. *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Herausgegeben von Yves Punie. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/159770.

Robert Bosch Stiftung. 2024. «Deutsches Schulbarometer: Befragung Lehrkräfte». Ergebnisse zur aktuellen Lage an allgemein-und berufsbildenden Schulen, Stuttgart, 2024.

Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). 2025. Kompetenzen für den erfolgreichen Übergang von der Sekundarstufe I in die berufliche Ausbildung sichern – Empfehlungen der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). Bonn, 2025. https://doi.org/10.25656/01:32815.

Syring, Marcus, Thorsten Bohl, und Andreas Lachner. 2022. «Digitalisierung in der Schule: Vorschlag eines systematisierenden Rahmenmodells aus schulpädagogischer Perspektive». *Zeitschrift für Bildungsforschung* 12 (3): 615–30. https://doi.org/10.1007/s35834-022-00340-y.

Tulodziecki, Gerhard, Bardo Herzig, und Silke Grafe. 2021. *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele*. 3. Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.36198/9783838557465.

Anhang: Ergebnisse der Delphi-Befragung zur Taxonomie digitaler Tools

Itemformulierung	Mittelwert (M)	Zustimmung ≥ 4 (%)	Anzahl 1	Anzahl 2	Anzahl 3	Anzahl 4	Anzahl 5
Die Bezeichnung der Kategorien ist klar und verständlich.	4,77	100	0	0	0	3	10
Die Beschreibung der Kategorien ist nachvollziehbar.	4,77	100	0	0	0	3	10
Die Kategorien sind logisch voneinander abgegrenzt.	4,69	92,3	0	1	0	1	11
Die Gesamtstruktur der Taxonomie ist übersichtlich.	4,62	92,3	0	1	0	2	10
Die einzelnen Kategorien sind inhaltlich relevant für den schulischen Kontext.	4,69	100	0	0	0	4	9
Die Kategorien erfassen zentrale Aspekte digitaler Lösungen in der Schule.	4,85	100	0	0	0	2	11
Die Taxonomie ist insgesamt vollständig.	4,69	100	0	0	0	4	9
Die Taxonomie bietet eine hilfreiche Übersicht über digitale Tools in Schule.	4,85	100	0	0	0	2	11
Die Taxonomie ist auch für schulische Akteure ohne vertiefte IT-Kenntnisse verständlich und anwendbar.	4,46	100	0	0	0	7	6
Die Taxonomie ist flexibel und kann bei Bedarf um neue Kategorien ergänzt werden.	4,69	92,3	0	0	1	2	10
Ich halte die Taxonomie in ihrer Gesamtheit für sinnvoll und anwendbar.	4,69	100	0	0	0	4	9

Legende zur Tabelle 1:
Bewertet wurde auf einer fünfstufigen Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu, 5 = stimme voll zu).
Mittelwert (M): arithmetisches Mittel der Bewertungen pro Item.
Zustimmung ≥ 4 (%): Anteil der Bewertungen mit 4 oder 5 auf der fünfstufigen Likert-Skala (ausgedrückt in Prozent).
N = 13 Teilnehmende

Tab. 1: Ergebnisse der Delphi-Befragung zur Taxonomie digitaler Tools (N=13) – geschlossene Fragen

Offene Anschlussfrage: Haben Sie Anmerkungen zur Benennung, Abgrenzung oder Verständlichkeit einzelner Kategorien?

- Die Umbenennung von «Beschreibung» in «Erläuterung» im zweiten Item erlaubt einen direkten Verweis auf den verwendeten Ausdruck in der Taxonomie. Das unter Punkt 1.1 aufgeführte Tool der «digitalen Klassenbücher» sehe ich eher im Bereich «2. Unterricht und Lernprozesse».
- Begrifflichkeiten zum Teil nicht trennscharf genug: Punkt 1.1, 1.2, 1.5 oder auch 2.6, 2.7, 2.9 – Ist eine Trennung überhaupt möglich bzw. sinnvoll.
- Cloudlösung und Dateiverwaltung ist unter Schulverwaltung und Organisation eingeordnet. Es kann aber auch in anderen Kategorien Cloudlösungen und Dateiverwaltung geben, oder verstehe ich das Tool falsch. Wenn nicht, könnte es auch in weiteren Kategorien aufgeführt oder sogar in die Kategorie 0 integriert werden.

Offene Anschlussfrage: Fehlt aus Ihrer Sicht eine wichtige Kategorie oder Dimension oder halten Sie bestimmte Kategorien für überflüssig?

- Aus meiner Perspektive sehr ausführlich / vollständig
- Es könnte noch eine weitere Dimension bei der Kategorie Diagnostik, Leistungsmessung und -bewertung eingeführt werden: Feststellung der Kompetenzen zur Berufsfindung (z. B. Potentialanalyse)
- Der Punkt 1, Schulverwaltung und Organisation, ist sehr umfangreich und zeigt zahlreiche Möglichkeiten auf die Arbeit in der Schulleitung digital zu unterstützen. Jedoch ist zu bedenken, dass die Implementierung (einiger) dieser Tools in der «noch» häufigen analogen Arbeitsweise der Schulleitungen auf Ablehnung stossen könnte und eher als zusätzliche Belastung gesehen wird, da ein gewisses Mass an Aufgeschlossenheit gegenüber digitalen Werkzeugen vorhanden sein muss.
- Diagnostik? allg. vielleicht nochmal den Bereich inklusive Schule «abklopfen», ob hier noch Elemente hinzugefügt werden sollten. Kooperation mit ausserschulischen Partnern (Öff./Priv.)?
- Im Bereich der Kommunikation würde ich die Zusammenarbeit mit Erziehungsberechtigten besonders hervorheben. Zwar wird dies bereits unter Punkt 3.1 angesprochen, jedoch wäre eine Unterscheidung zwischen der Kommunikation innerhalb der Schule und der Kommunikation nach aussen – insbesondere mit Erziehungsberechtigten – sinnvoll.

Offene Anschlussfrage: Haben Sie darüber hinaus noch Anmerkungen oder Hinweise?
• In dieser Taxonomie ja ausdrücklich ausgeschlossen aber aus meiner Sicht wären für die Praxis noch die Nennung konkreter Beispiele bzw. Zuordnung von Anbietern äusserst hilfreich. • Die Taxonomie kann einen ersten Einblick liefern in Bereiche, in denen digitale Werkzeuge Aufgaben unterstützen oder übernehmen können. Ergänzend müsste es dann eine Übersicht über Anbieter in jeder Kategorie geben. • Auch wenn die Neutralität bewahrt werden soll, ist es für Akteure ohne vertiefte IT-Kenntnisse verständlicher, wenn Beispiele genannt werden. • Anwendungsorientiert, sehr gute Übersicht für z. B. Schulleitungen. Kleinigkeit: Bevorzugte Schreibweise «Integraler Bestandteil»? Für weitere Forschung (Future Research) wären Anwendungsbeispiele weiterhin sehr hilfreich, um Operationalisierbarkeit zu erhöhen. • Randbereiche schulischen Handelns und zentrale Aspekte stehen gleichberechtigt nebeneinander, obwohl sie von unterschiedlicher Relevanz sind • Ich würde lediglich die Reihenfolge der multifunktionalen Tools ändern, um vom Lernen (als individueller und aktiver Prozess) über den Unterricht (als Ermöglichung des planvollen Lernens) zur Schule (Schaffung des Rahmens für guten Unterricht) zu gelangen… 1. Unterricht und Lernprozesse, 2. Diagnostik, Leistungsmessung und -bewertung, 3. Medienproduktion und Präsentation, 4. Schulverwaltung und Organisation, 5. Kommunikation, Kollaboration und Schulgemeinschaft • Die Kategorie 5 steht etwas aussen vor. Sie könnte ggf. in Kategorie 2 eingepflegt werden? • Schulen wollen im nächsten Schritt sicher Beispiel-Tools erfahren. Diese müssten aber Anspruch auf Vollständigkeit haben, um nicht einzelne Anbieter zu bevorzugen.

Tab. 2: Ergebnisse der Delphi-Befragung zur Taxonomie digitaler Tools (N=13) – offene Fragen