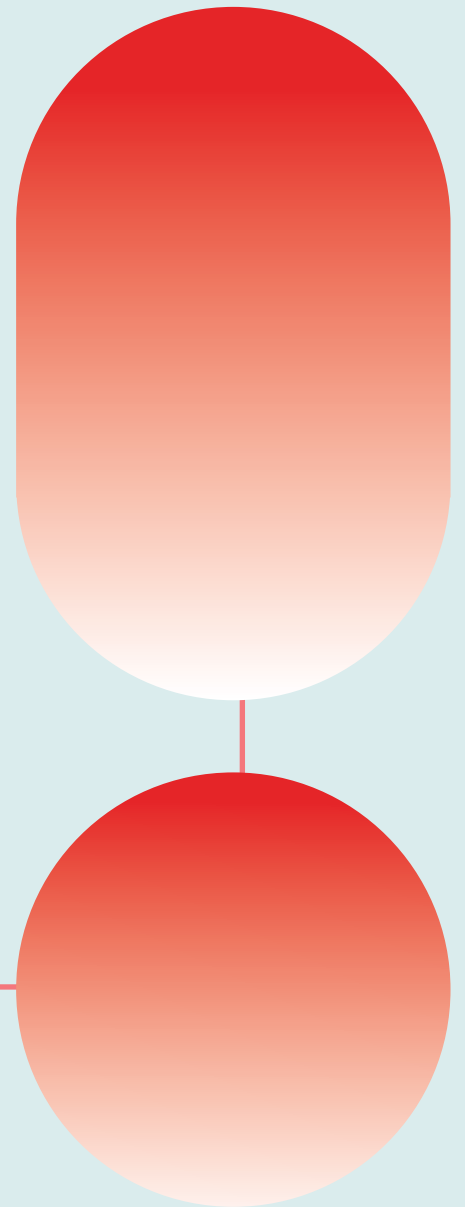


Innovative Lernumgebungen gestalten

Leitfaden für die
Nutzung Intelligenter
Tutorieller Systeme
im Schulalltag



Ewa Bacia, Benjamin Kummer, Dieter Dohmen, Carmen Belafi,
Jakob Klingemann, Fabian Müller

FIBS Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie im
Auftrag der Vodafone Stiftung Deutschland

Mai 2024



**Vodafone
Stiftung**

FIBS

Forschungsinstitut für
Bildungs- und Sozialökonomie
Research Institute for the Economics
of Education and Social Affairs

Inhalt

Einleitung	3
1. ITS verstehen und definieren	4
2. ITS in der schulischen Anwendung erklären	8
3. ITS kritisch-konstruktiv diskutieren	12
4. Bedarfe und Empfehlungen bezüglich ITS an Schulen formulieren	21
5. ITS kennenlernen	26
5.1. Area9	27
5.2. Bettermarks	29
5.3. Feedbook	30
5.4. Grafari und Calcularis	32
5.5. Andere Softwares mit partieller ITS-Funktionalität	33
Anhang	34
Zitatbelege	35
Weitere Softwares mit partieller ITS-Funktionalität	40
Über diese Studie	45
Literaturverzeichnis	47

Einleitung

Intelligente Tutorielle Systeme sind auf Künstlicher Intelligenz (KI) basierende Lernsoftwares, die Lehrkräfte im Unterricht als Assistenz oder als „Tutor“ zur Begleitung von Lernprozessen einsetzen können. ITS nutzen die individuellen Daten und Eingaben der Schüler:innen, können die spezifischen Lernwege der Einzelnen nachvollziehen und ihnen individuelles Feedback geben. Und genau diese Funktionalitäten erwarten Schüler:innen auch von KI-basierten Tools. Das belegt eindeutig die neueste Studie der Vodafone Stiftung (Franke und Spang 2024): Auf die Frage, welche Vorteile Jugendlichen beim Einsatz von KI im Unterricht sehen, nennen 42 % der in der Studie der Vodafone Stiftung Befragten den Vorteil, dass KI eine gezielte Analyse von Fehlern ermögliche, Vorschläge für Verbesserungen mit Erklärungen während des gesamten Lernprozesses liefere sowie das Lernen im eigenen Tempo und auf dem eigenen Niveau ermögliche.

Lehrkräften ermöglichen ITS einen schnellen und umfassenden Überblick über den Lernstand der gesamten Klasse: Wo kommt der Großteil der Klasse gut mit, wer hat welche Schwierigkeiten, wo liegen die Fehlerquellen und was genau sind Stolpersteine? Bestenfalls unterstützt ein Intelligentes Tutorielles System Lehrkräfte also dabei, den Unterricht stärker binnendifferenziert zu gestalten und mehr Zeit zu haben, um auf spezielle Schwierigkeiten bei einzelnen Schüler:innen oder in der gesamten Lerngruppe einzugehen.

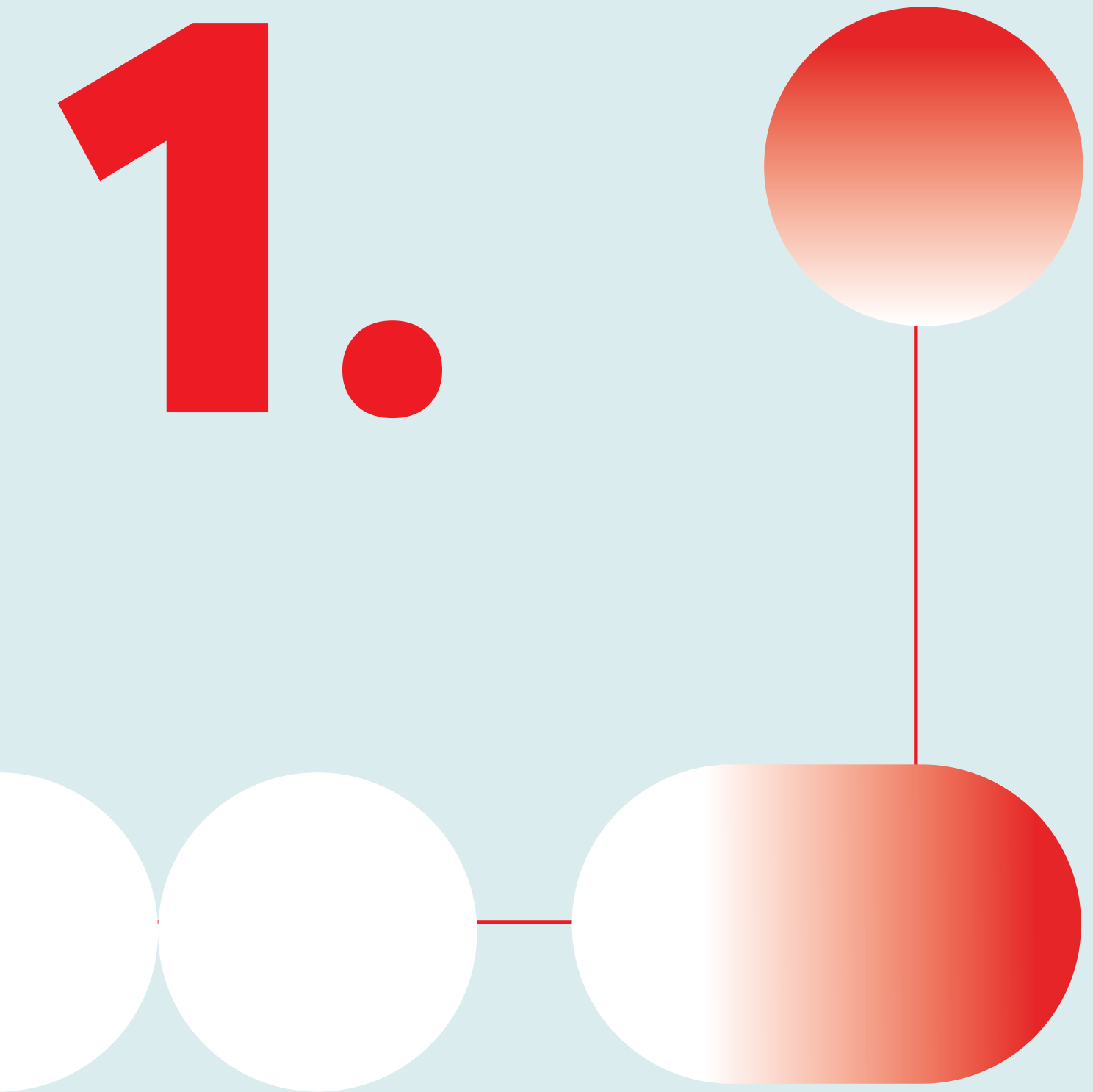
In Bezug auf den Einsatz von Intelligenten Tutoriellen Systemen haben Schulleitungen und Lehrkräfte wie auch andere Stakeholder:innen wie Eltern viele Fragen und Ängste: Wie wirksam und hilfreich sind derartige Softwares? Wie steht es mit dem Datenschutz? Was können wir damit erreichen? Wo liegen die Fallstricke? Birgt die Nutzung von ITS nicht das Risiko, dass die Kinder

ungerecht durch eine KI bewertet werden? Damit verbunden sind aber auch Hoffnungen: Wie können ITS meinen lernschwächeren Klassen oder Schüler:innen dabei helfen, besser zu lernen? Ermöglichen ITS es mir als Lehrkraft tatsächlich, individueller auf die Lernpfade meiner Schüler:innen einzugehen? Schließlich stellen sich ganz praktische Fragen: Wie kann ich ITS an meiner Schule nutzen? Welche Softwares gibt es für welche Fächer? Was brauche ich an Ausstattung, was benötigt die Schülerschaft?

All diese Fragen wollen wir im vorliegenden Leitfaden beantworten, möglichst praktisch und konkret. Dies tun wir auf der Basis von 63 Interviews, die wir im Rahmen unserer Studie mit verschiedenen Akteur:innen in sieben Bundesländern durchgeführt haben, darunter 34 Schulleitungen und Lehrkräfte. Die Ergebnisse der Interviews wurden ausgewertet und es wurden Empfehlungen daraus abgeleitet. Mehr zur Methodik der Studie finden Sie ab Seite 45.

Dieser Leitfaden richtet sich an alle diejenigen, die sich im Kontext von Schule mit ITS vertraut machen bzw. damit genauer auseinandersetzen wollen. Die Zielgruppe umfasst Anfänger:innen wie Expert:innen, daher ist der Leitfaden etwas breiter angelegt und erklärt auch die Dinge, die erfahrenen Anwender:innen bereits vertraut sein können.

1.



**ITS verstehen
und definieren**

1. ITS verstehen und definieren

Intelligente Tutorielle Systeme sind KI-basierte digitale Softwares, die Schüler:innen auf ihrem individuellen Lernweg dadurch unterstützen, dass sie:



1. deren Lernstand erfassen



2. individuelles Feedback geben



3. darauf angepasste Materialien, Übungen und Erklärungen zur Verfügung stellen

ITS unterscheiden sich von anderen digitalen Bildungsmedien durch ihre Adaptivität, also ihre Anpassungsfähigkeit.

Das System kann auf Basis der Eingaben der Lernenden deren Kompetenzstand einschätzen. Im nächsten Schritt werden die Lernenden dort abgeholt, wo sie sich auf ihrem Lernweg gerade befinden. Das heißt, die nächste gestellte Aufgabe passt zum individuellen Lernstand.

Die Lernenden erhalten immer ein personalisiertes Feedback. Dieses geht individuell auf sie ein, abhängig davon, wie gut oder schlecht sie ihre Aufgaben lösen.

ITS geben individuelle Hinweise, wo Fehler sind und was noch gelernt werden kann. Die Auswertungsprozesse werden automatisch durchgeführt und Handlungsempfehlungen sowie weitere Lernschritte sofort angeboten.

ITS basieren auf dem Wissen von Fachleuten mit pädagogischen und didaktischen Kenntnissen. Diese Expert:innen entscheiden über die Inhalte und Vorgehensweisen, die durch das Intelligente Tutorielle System den Lernenden angeboten werden. Das heißt, ITS beinhalten eine pädagogische Komponente. Die Übungskontexte werden von Expert:innen gestaltet und basieren auf einem pädagogischen Modell. Die Lernenden werden schrittweise zum angestrebten Wissensstand hingeführt.

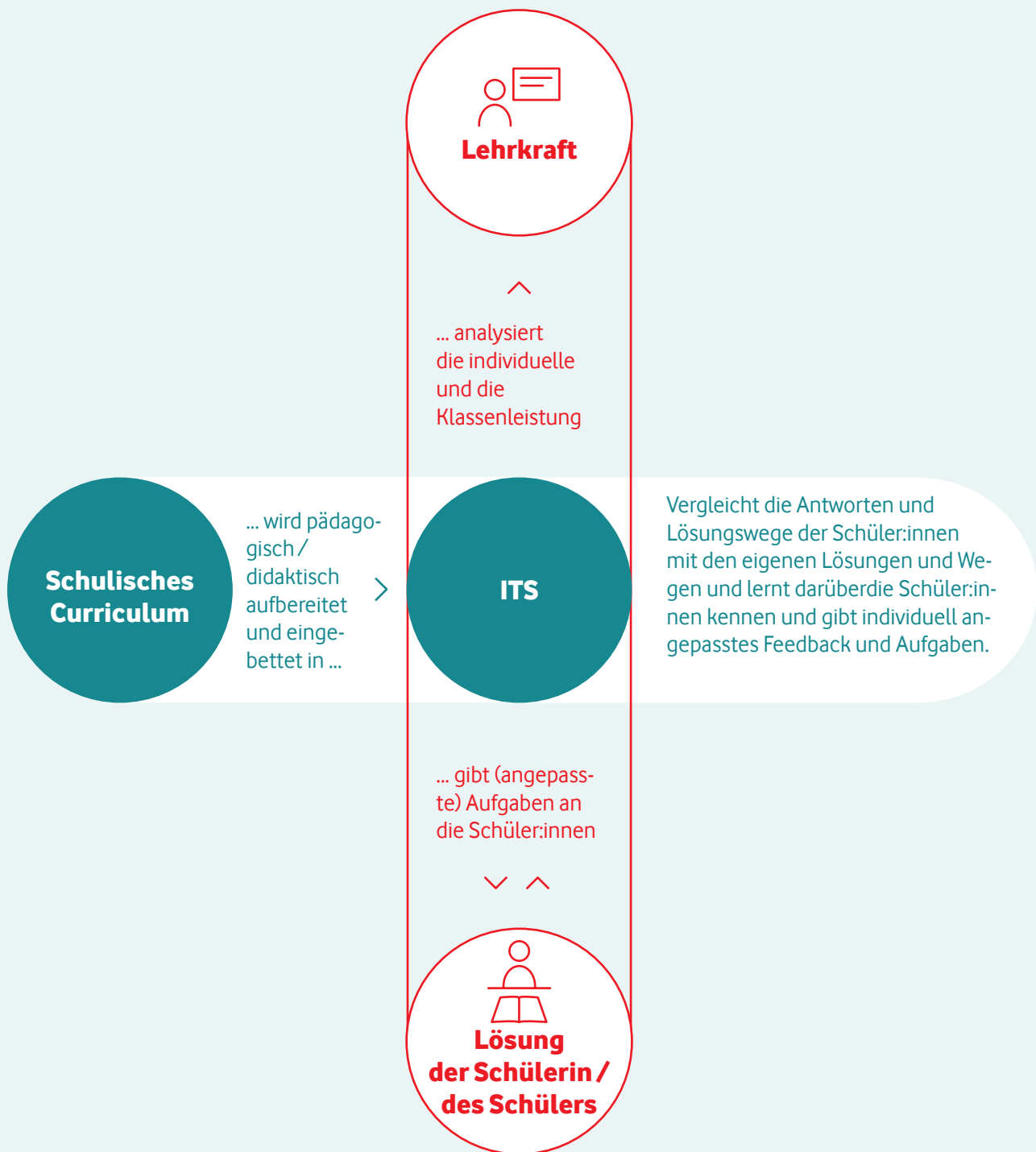
ITS brauchen Daten von den Lernenden, um sich weiterzuentwickeln. Um geeignete nächste Lernschritte empfehlen zu können, braucht es viele Daten über die Lernwege von unterschiedlichen und möglichst vielen Schüler:innen – dies gilt umso mehr, als Kinder und Jugendliche sehr unterschiedliche Voraussetzungen und Lernwege haben. Es gibt beispielsweise Menschen, die sehr gut abstrakt denken können, während andere hervorragend im Handwerk der einzelnen Rechenschritte sind, ggf. Aufgaben zerlegen und auf diesem Weg schnell zum richtigen Ergebnis kommen. ITS lernen, indem sie die unterschiedlichen Lernwege und auch die Fehler der Schüler:innen analysieren. Fehler werden positiv betrachtet, weil sie zeigen, wie und wo weitergearbeitet werden sollte. Dank der Fehler kann der Algorithmus, der in die Software eingebaut ist, die passenden Aufgaben anbieten.

ITS können auch kooperativ genutzt werden und das soziale Lernen fördern, auch wenn sie grundsätzlich als Begleiter für individuelle Lernprozesse konzipiert sind. Sie als Lehrkraft entscheiden gemeinsam mit Ihrer Klasse je nach Situation und Bedarf, wie die ITS für das Lernen eingesetzt werden sollen. ITS können sowohl im Unterricht als auch außerhalb genutzt werden (z. B. für Unterrichtsvorbereitung, Hausaufgaben oder Selbstlernen). Sie ermöglichen hybrides Lernen. Einige ITS beinhalten Gamification-Elemente, indem sie in spielerischer Form eine Belohnung für richtig gelöste Aufgaben anbieten.

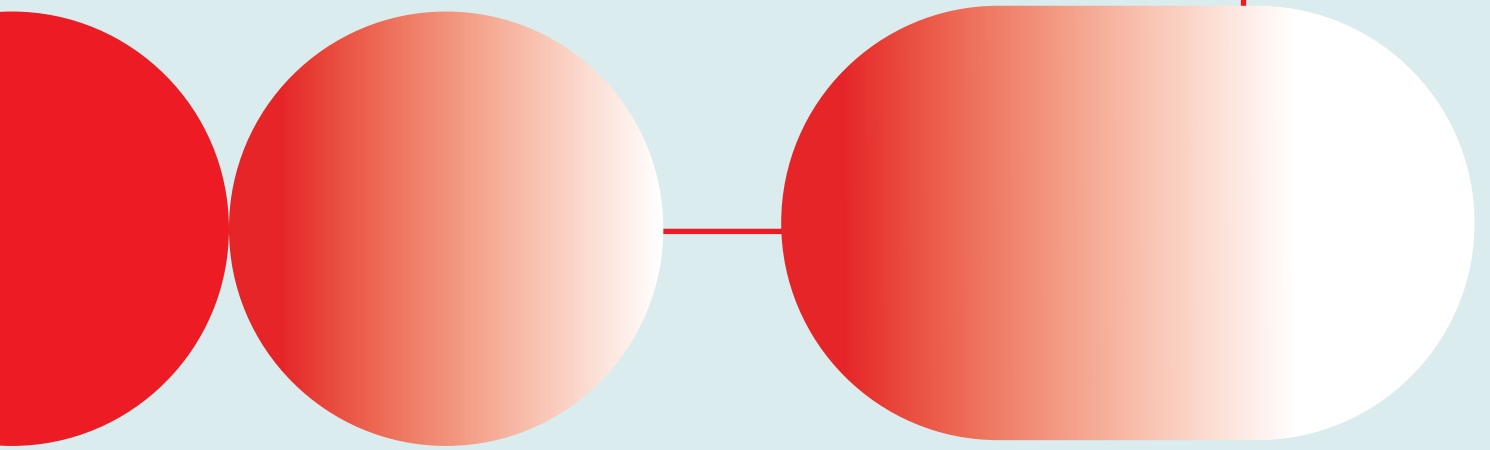
ITS nutzen in ihrer Programmstruktur KI für die Verarbeitung der Daten der Schüler:innen. Ihre Algorithmen fokussieren sich auf den spezifischen Gebrauch und die konkrete Problemlösung – und nicht darauf, eine eigene, allgemeine Intelligenz zu entwickeln. Bei ITS handelt es sich also um eine Art „kuratierte KI“.

Intelligente Tutorielle Systeme (ITS) an der Schule

Abbildung 1: Funktionsweise von ITS (eigene Abbildung, FiBS 2024)



2.



**ITS in der
schulischen
Anwendung
erklären**

2. ITS in der schulischen Anwendung erklären

Wie unsere Recherche ergeben hat, werden Intelligente Tutorielle Systeme in Deutschland bisher vor allem im Fach Mathematik in der Sekundarstufe I eingesetzt. Die befragten Expert:innen aus dem EdTech- und dem pädagogischen Bereich erklären, ITS könne auch zur Förderung des Erwerbs der Schriftsprache (Deutsch, Deutsch als Zweitsprache und Fremdsprachen) genutzt werden (siehe auch <https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/Leitfaden-Schule-und-KI.pdf>). Dort, wo ergebnisoffen (2) und vor allem basierend auf sozialem Austausch gearbeitet werde, sei die Nutzung und Anwendung von Algorithmen im Rahmen von ITS bisher noch schwieriger (3).

In Deutschland werden Intelligente Tutorielle Systeme bisher vor allem im Fach Mathematik in der Sekundarstufe I eingesetzt.



Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die von den Befragten genannten Einsatzmöglichkeiten.

Tabelle 1: ITS in der schulischen Anwendung



Einsatzmöglichkeiten für Lehrkräfte

- Als Analyse- und Diagnostikinstrument für Lehrkräfte (4)
- Bei der Erstellung von Hausaufgaben (5)
- Zur Vorbereitung auf Klassenarbeiten und Prüfungen (6)
- Als Unterstützung und zur Entlastung der Lehrkraft in verschiedenen Phasen der pädagogischen Arbeit (9)
- Als Informationsquelle bei der Notengebung (10)
- Zur Unterstützung des Unterrichtens in heterogenen Gruppen, auch im Förderunterricht (14)
- Zur Bereitstellung des Lehr- und Lernmaterials bei Unterrichtsausfall, längerer Krankheit oder Abwesenheit im Unterricht (15)



Einsatzmöglichkeiten für Schüler:innen

- Als Angebot für selbstständiges Lernen ohne Lehrkraft (7)
- Für individuelle Übungsphasen, als Vertiefung im Unterricht (8)
- Zur Erstellung individualisierter Wochenpläne (11)
- Für die Arbeit in Lernbüros, in denen die Lernmaterialien den Schüler:innen zum selbstständigen Lernen zur Verfügung gestellt werden (12)
- Zur Optimierung der individuellen Förderung in den Selbstlernphasen im Unterricht (13)
- Als Unterstützung des Lernens in heterogenen Gruppen, auch im Förderunterricht (14)
- Zum (nachholenden) Lernen bei Unterrichtsausfall, längerer Krankheit oder Abwesenheit im Unterricht (15)

„Hausaufgaben haben nur unter bestimmten Bedingungen einen wirklichen Nutzen und eine der Bedingungen ist, dass die Schüler auch eine Rückmeldung kriegen zu Hause über das, was sie tun. [...] Und das ist der Vorteil, den ich bei diesen Programmen sehe, und deswegen gebe ich fast nur Hausaufgaben in diesen digitalen Programmen, weil die Schüler immer sofort eine Rückmeldung bekommen, ob das richtig ist oder nicht.“

Zitat Lehrkraft

In einigen Bereichen stoßen ITS im schulischen Gebrauch an ihre Grenzen; auch davon wurde uns in den Interviews berichtet.

Tabelle 2: Die (bisherigen) Grenzen von ITS für die schulische Anwendung



Fachlich / individuell

- ITS können aktuell noch nicht für alle Fächer und Kompetenzbereiche eingesetzt werden.
- Auch für komplexe Lösungswege sind ITS weniger geeignet, etwa in Mathematik auf höherem Niveau, wo die einzelnen Schritte des Lösungswegs wichtiger sind als „lediglich“ die richtige Lösung. Theoretisch müsste es möglich sein, via entsprechender Programmierung unterschiedliche Lösungswege zuzulassen, praktisch wird es derzeit offenbar noch selten getan, wie Lehrkräfte in den Interviews berichten.



Sozial / im Klassenverband

- Für Meinungsaustausch und Diskussionen zu verschiedenen möglichen Lösungen, Meinungen oder Optionen etwa in Fächern wie Ethik oder Gemeinschaftskunde sind ITS, zumindest in ihrem aktuellen Entwicklungsstand, wenig geeignet.
- ITS bieten bisher kaum Möglichkeiten, kooperativ und im sozialen Austausch zu arbeiten. Die ITS, die aktuell in Deutschland den Schulen angeboten werden, müssen weiterentwickelt werden, um den Bedarfen der heterogenen Schülerschaft besser zu entsprechen.
- ITS fördern individuelles Lernen, wobei nicht alle Kompetenzen durch individuelles Lernen zu erreichen sind. Lernprozesse werden durch den sozialen Austausch gefördert und beinhalten neben kognitiven auch emotionale, soziale und motivationale Komponenten, die durch ITS nicht direkt bedient werden.

Vonseiten der Lehrkräfte wird in den Interviews der Bedarf nach der Entwicklung von ITS für alle Fächer geäußert. Anbieter wie Softwareunternehmen und Schulbuchverlage arbeiten daran, ihr Angebot zu erweitern und sowohl die Software für mehrere Fächer als auch neue Nutzungsmodalitäten im Rahmen der Software zu entwickeln. ITS sollten mit der Zeit noch individueller und differenzierter werden, um jede:n Lernende:n noch effektiver in verschiedenen Lernphasen unterstützen zu können. Das ist sowohl der Wunsch der Nutzenden als auch die Zielsetzung bei den Firmen und Organisationen, die an der Entwicklung von ITS arbeiten.

Trotz der Einschränkungen sind die befragten Nutzer:innen mit ITS grundsätzlich zufrieden und sehen folgende Mehrwerte der Systeme:

Tabelle 3: Wie Lehrende und Lernende von ITS profitieren können



Entlastung für Lehrkräfte

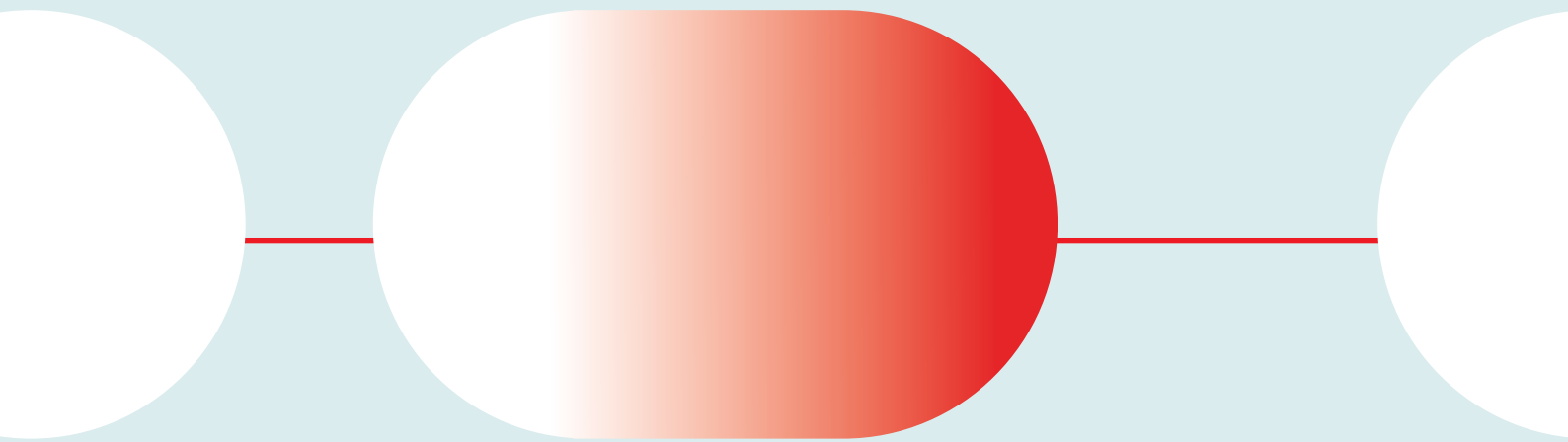
- Bei der Diagnose: Sofortige Rückmeldung an Lehrkräfte zum Kompetenzstand der einzelnen Lernenden, neben dem normalen Unterricht auch durch Lernstandserhebungen, Dokumentation von Lernfortschritten sowie Fehlerquellen bei Schüler:innen.
- Bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts: Unterstützung bei der Unterrichtsplanung, Möglichkeit zum Methodenwechsel im Unterricht, Stärkung der Binnendifferenzierung in heterogenen Lerngruppen, Hilfe bei der Reflexion der Unterrichtsqualität.
- Beim Zeitmanagement: Durch die Entlastung in Form von automatisch generierten Aufgaben gewinnen die Lehrkräfte wertvolle Zeit für anspruchsvollere Aufgaben, die das pädagogische Know-how benötigen. Schüler:innen können gezielter und intensiver gefördert werden, die Lehrkraft kann mehr Zeit in die Lernprozesse im sozialen Raum investieren.



Vorteile für Schüler:innen

- Bessere individuelle Förderung, weil die Lernenden die eigenen Lernpfade im eigenen Tempo durchlaufen können.
- Die Korrektur erfolgt sofort, die Lernenden bekommen ein unmittelbares, individuelles Feedback und die Aufgaben werden individuell zugeteilt.
- Dadurch kann die Motivation steigen. Selbstständiges, eigenverantwortliches Lernen wird gefördert, entsprechende Kompetenzen werden bei den Lernenden gestärkt.

3.



**ITS kritisch-
konstruktiv
diskutieren**

3. ITS kritisch-konstruktiv diskutieren

Die Einführung von ITS wie auch von anderen KI-basierten Tools an Schulen ist mit großen Hoffnungen, aber auch mit Bedenken und Ängsten verbunden. Sie werden in diesem Kapitel beleuchtet und kritisch-konstruktiv diskutiert.

Die Rolle der Lehrkraft

Einige Eltern äußern Bedenken, dass KI an Schulen die Lehrkräfte ersetzen könnte, wenn die Lernprozesse automatisiert, anonymisiert und entpersonalisiert werden. Die Nutzung von KI-basierten Lernsystemen an Schulen wird manchmal als Maßnahme gegen Lehrkräftemangel gedeutet und daher abgelehnt (16). Es wird befürchtet, dass der KI-Einsatz zu einer unzureichenden Kontrolle über pädagogische Prozesse führt. Da ITS jedoch ein Instrument sind, die von der Lehrkraft gesteuert werden, scheint diese Gefahr begrenzt.

Die Unternehmen und öffentlichen Institutionen, die an der Entwicklung von ITS beteiligt sind bzw. sich dafür einsetzen, betonen, dass es bei der Implementierung von ITS an Schulen keineswegs beabsichtigt sei, die Lehrkräfte zu ersetzen, sondern sie zu entlasten, ihnen neue Handlungsspielräume zu geben, damit sie gezielter die Lernenden fördern können.

Bei der schulischen Anwendung könne die Lehrkraft selbst entscheiden, so unsere Interviewpartner:innen, wann und wie oft sie ITS im Unterricht und/oder für das Lernen außerhalb des Unterrichts einsetzen möchte. ITS können und sollen nicht alle Aufgaben der Lehrkraft übernehmen. ITS können die zwischenmenschliche Kommunikation und das Lernen im sozialen Kontext nicht ersetzen. Sie können aber dafür genutzt werden, die Lehrkraft bei einfacheren oder zeitraubenden Aufgaben (wie der Korrekturarbeit und dem Formulieren von individuellem Feedback) zu entlasten, wodurch Zeit für anspruchsvolle pädagogische Arbeit gewonnen wird (17). Außerhalb des Unterrichts können die Lernenden ITS zum Selbstlernen nutzen.

ITS zielen darauf ab, Lehrkräfte zu entlasten und neue Handlungsspielräume zu öffnen.



Die Befragten unserer Studie geben zu Protokoll:

Die Rolle der Lehrkraft ändert sich nicht grundsätzlich, wenn sie ITS nutzt. Die Lehrkraft plant nach wie vor den Unterricht und führt ihn durch. Sie entscheidet über die Zielsetzung und die Arbeitsmethoden. ITS können dazu als ein Hilfsmittel und Begleiter eingesetzt werden (18). Insofern sind ITS als intelligenter, digitaler Assistent der Lehrkraft zu verstehen, wobei die Entscheidungsmacht bei der Lehrkraft und nicht bei den ITS liegt. Die kompetente Lehrkraft macht einen guten Gebrauch von Lernhilfsmitteln aus und ein ITS ist ein Tool, das der Lehrkraft helfen kann. Ein ITS wird aber einen schlecht konzipierten Lernprozess nicht automatisch in einen guten Prozess umwandeln. Es kommt immer noch auf die Lehrkraft an (19).

ITS ersetzt die Lehrkraft nicht, sondern ist vielmehr als intelligenter digitaler Assistent einer Lehrkraft zu verstehen.

ITS und Chancengerechtigkeit

Chancen

Die Einführung von ITS ist mit der Hoffnung verbunden, dass sie durch die Förderung individuellen Lernens zur größeren Chancengerechtigkeit beiträgt und Bildungschancen für alle stärkt. Idealtypisch bieten ITS jedem/jeder Lernenden Aufgaben an, die an das jeweils eigene Niveau angepasst sind und die dann im eigenen Tempo bearbeitet werden. ITS können weniger selbstbewusste oder unsichere Schüler:innen stärken, weil sie diese individuell begleiten und ihnen umgehend (ein hoffentlich positives) Feedback geben. Dies steigert die Lernmotivation und ggf. auch das Selbstbild der Schüler:innen.

Eine solch stark individualisierte Lernbegleitung mit regelmäßigem individuellem Feedback stellt einen wichtigen Unterschied zum „herkömmlichen“ Unterricht dar: Im traditionellen Lernsetting besteht die Gefahr, dass die Schüler:innen in größeren Lerngruppen seltener ein positives Feedback für ihre individuelle Lernentwicklung erhalten. Das kann z. B. daran liegen, dass sie sich seltener zu Wort melden oder eher leistungsstärkere Schüler:innen drangenommen werden. Oder auch daran, dass es fast immer leistungsstärkere Personen gibt, die ein positiveres Feedback erhalten. Die erwähnten Vorteile gelten auch für den Bereich der inklusiven Bildung, wo die Lernenden besonders stark individuell gefördert werden sollen. Mithilfe der Unterstützung von ITS gewinnt die Lehrkraft wertvolle Zeit, die sie für die Förderung der Leistungsschwächeren in den heterogenen Lerngruppen investieren kann (20).

ITS fördern durch das individuelle und regelmäßige Feedback sowohl zurückhaltende als auch gute Schülerinnen und Schüler.

Wobei das Risiko besteht, dass leistungsstarke Kinder schneller noch stärker werden, als leistungsschwächere Kinder.

Ein Wissenschaftler, der ein ITS evaluiert hat, äußert sich im Interview ausdrücklich positiv zur Förderung der Bildungsgerechtigkeit durch den Einsatz von ITS:

„ITS fördern sowohl stillere als auch gute Schülerinnen und Schüler: Zurückhaltende Kinder werden durch positive Rückmeldungen empowert, gute Schülerinnen und Schüler durch Belohnungssysteme herausgefordert. Jedem und jeder wird die Möglichkeit gegeben, auf ihrem Niveau einen anderen Stand zu erreichen, als es ohne individuelle Förderung möglich wäre. ITS befähigen alle Lernenden, die Aufgaben systematisch zu bearbeiten, und unterstützen im Lernprozess. Dies wirkt dem Effekt der Bildungsgerechtigkeit aufgrund unterschiedlicher Unterstützung in den Haushalten, z. B. bei Hausaufgaben, entgegen.“

Die Erfahrungen im schulischen Umfeld, von denen uns in den Interviews berichtet wurden, zeigen jedoch, dass das Lernen mit ITS nicht für alle Lernenden im gleichen Maße förderlich ist.

Herausforderung 1: Leistungsstärkere profitieren stärker als Leistungsschwächere

Leistungsstärkere Schüler:innen profitieren in der Regel mehr von ITS: Erstens können sie noch schneller lernen, weil sie sofort passgenaue, anspruchsvollere Aufgaben bekommen und nicht auf die Leistungsschwächeren warten müssen. Zweitens sind bei den Leistungsstärkeren die Lernkompetenzen, die für selbstständiges Lernen notwendig sind, meist stärker ausgeprägt als bei den Leistungsschwächeren. Es geht hierbei um Lernmotivation und die Fähigkeit, eigenständig zu lernen und Verantwortung für eigene Lernprozesse zu übernehmen. Leistungsschwächere Lernende brauchen oft mehr pädagogische Anleitung durch eine Lehrkraft, die sie persönlich anspricht und „an die Hand nimmt“ (21).

Leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler profitieren in der Regel mehr von ITS.

Herausforderung 2: Unterschiede in der technischen Ausstattung vergrößern die Ungleichheit

Dazu kommt, dass nicht alle Schulen über eine gleichermaßen gute technische Ausstattung verfügen und nur an wenigen Schulen in Deutschland überhaupt ITS eingesetzt werden. Daraus folgt, dass nicht alle Kinder die Chance bekommen, mit ITS zu lernen und davon zu profitieren. Auch private Haushalte sind technisch unterschiedlich gut ausgestattet: Nicht jedes Kind kann zu Hause ein (eigenes) Endgerät nutzen, was dann zum Problem wird, wenn Endgeräte nicht von den Schulen zur Verfügung gestellt werden. Solange keine flächen-

Außerdem birgt die ungleiche technische Ausstattung der Schülerinnen und Schüler die Gefahr, dass nicht alle gleichermaßen von den ITS profitieren können.

deckende Finanzierung der technischen Infrastruktur, der Endgeräte und der Software und dadurch kein gleichmäßiger realer Zugang zu digitalen Bildungsmedien für alle gewährleistet wird bzw. werden kann, wird es zu regionalen und lokalen Disparitäten und ungleichen Bildungschancen kommen.

Herausforderung 3: Digitale Geräte könnten vom Lernen ablenken

Einige Lehrkräfte und auch Eltern haben Zweifel daran, dass das Lernen mit digitalen Geräten für Kinder und Jugendlichen lernförderlich ist. In den Interviews gab es Stimmen, dass Lernende sich von den digitalen Geräten im Lernprozess ablenken ließen, besonders wenn die Nutzung mit einem freien Zugang zum Internet verbunden sei.

Es besteht die Sorge, dass Lernende sich von den digitalen Geräten im Lernprozess ablenken lassen, wenn die Nutzung mit einem freien Zugang zum Internet verbunden ist.



Empfehlung:

Von einigen befragten Lehrkräften wurde empfohlen, die Nutzung von ITS vom Internetzugang zu entkoppeln. Außerdem seien zwischenmenschliche Kontakte und Kommunikation im sozialen (analogen) Raum für eine gesunde Entwicklung und Bildung elementar wichtig (22).

Fazit: Immer noch Ungleichheiten und Handlungsbedarf

Das Lernen mit ITS wird – im Vergleich zu bisherigen Lernsettings – nicht unbedingt schneller verlaufen. Die Lehrkraft bekommt durch ITS einen umfassenderen Einblick in die Fehler aller Lernenden. Wenn die Lehrkraft die Wissenslücken schließen will, kommt sie mit dem Lernstoff nicht zwangsläufig schnell voran (23). Wenn es gelingt, die Kinder motivational besser abzuholen, dann könnten ITS sehr wohl den Lernprozess beschleunigen.

Die Einführung von ITS führt nicht zwangsläufig zu einem schnelleren Lernfortschritt. Das Lernen mit ITS muss entsprechend eingebettet sein in einen didaktischen Rahmen.

Die oben beschriebenen Hindernisse und Gefahren könnten dazu führen, dass die Kluft zwischen den leistungsschwächeren und leistungsstärkeren Lernenden, wie von einigen der befragten Lehrkräfte und Schulleitungen vermutet, durch die Nutzung von ITS sogar noch größer wird.

Will man dieser Gefahr vorbeugen, muss sichergestellt werden, dass in allen ITS Aufgaben enthalten sind, die sowohl schwächere als auch stärkere Schüler:innen hinreichend fördern können. Dabei geht es nicht nur um Aufgaben auf verschiedenen Niveaus – das wird jetzt schon von den ITS angeboten. Erforderlich sind z. B. auch eine einfachere Sprache in den Aufgabenstellungen oder verschiedene Sprachversionen bzw. eine Übersetzungsfunktion für die Lernenden, die Deutsch noch nicht ausreichend beherrschen.

Kultur der Digitalität, Changemanagement und Schulkonzepte

Auf der Metaebene lässt sich sagen: Bildung in der Digitalität ist an den deutschen Schulen bislang noch nicht stark genug etabliert, damit alle Schüler:innen davon profitieren könnten. Auch an den von uns befragten Schulen sind die Unterschiede groß. In den Interviews wurde berichtet, dass digital affine Lehrkräfte eher zur Minderheit gehören bzw. höchstens ein Drittel des Kollegiums ausmachen. Das zweite Drittel des Kollegiums sei gleichgültig gegenüber digitalen Themen und das letzte Drittel wehre sich sogar gegen die Digitalisierung (24). Für den Erfolg von ITS wie auch anderer digitaler Tools ist es jedoch förderlich, wenn die Mehrheit des Kollegiums und die Schulleitung Digitalität in der Bildung nicht nur akzeptieren, sondern sie tatsächlich leben möchten.

Schulen, an denen ITS im Einsatz sind und deren Lehrkräfte und Schulleitungen wir befragt haben, sind häufig (wenn auch nicht immer) Schulen, an denen Digitalität eine bedeutsame Rolle spielt. Es sind häufig – auch in anderen Bezügen – innovative Schulen. Das deutet darauf hin, dass Innovation in Sachen ITS/Digitalisierung oft mit einer „allgemeinen“ Innovationsfreudigkeit einhergeht. Digitalisierung und die Nutzung neuartiger Lehr-/Lernformate kann daher auch als ein Teil schulischer Entwicklung/Organisationsentwicklung verstanden werden.

Selten wird das Thema jedoch von oben gesetzt oder angeordnet; meist wird es von einzelnen Lehrkräften vorangetrieben. Allerdings gibt es auch Schulen, an denen Innovation ein zentrales Thema der schulischen Kultur ist. Dort werden gerne auch neue Formate erprobt und digitales Lernen wird quasi als selbstverständliche Weiterentwicklung im Kollegium mitgedacht. Das sind meist Schulen, die Changemanagement betreiben, Visionen entwickeln und sie mutig umsetzen.

Für den Erfolg von ITS und anderen digitalen Tools ist es wichtig, dass die Mehrheit des Kollegiums und die Schulleitung die Digitalität in der Bildung nicht nur akzeptieren, sondern auch selbst lebt.

Dort, wo es gelungen ist, Bildung in der Digitalität neu zu konzipieren, wurde uns berichtet, dass der Prozess Offenheit und Zeit benötige. Die grundsätzlichen Fragen der Rolle von KI in Bildungsprozessen in der Schule sowie der Rolle der Lehrkräfte sollten schulintern diskutiert werden. Es helfe, wenn in Schulen konzeptionell und strukturell über Digitalisierung und Bildung in der Digitalität nachgedacht werde, wenn entsprechende Visionen und Pläne entstünden, die Schritt für Schritt umgesetzt würden. Schulen bräuchten Medienentwicklungspläne und Schulentwicklungskonzepte im Bereich des digitalen Lernens. ITS könnten dann ein Teil, ein Element davon werden und als solches im Gesamtkonzept der gesetzten Zielrichtung auf der Schulentwicklungsebene erfolgreich genutzt werden (25).

Der Erfolg von Bildung in der Digitalität erfordert Offenheit und Zeit sowie eine konzeptionelle und strukturelle Auseinandersetzung mit dem Thema auf schulischer Ebene.

„Die Schulen sollten unbedingt wissen, was ihr Ziel beim Changemanagement im digitalen Bereich ist.“

Zitat ITS-Anbieter

Fortbildungen

Wie sieht es mit der Bereitschaft der Lehrkräfte aus, digitale Bildungsmedien wie ITS in der Schule einzusetzen? Die von uns befragten Schulleitungen und Lehrkräfte berichten, dass die meisten Lehrerinnen und Lehrer prinzipiell digitalen Bildungsmedien offen gegenüberstünden. Was ihnen jedoch oft fehle, seien die Kenntnisse über die Software und deren Qualität, die Kompetenzen, die Software gezielt im Unterricht einzusetzen, und die Zeit, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen. Sie bräuchten Informationen, welche Software lernwirksam, einfach in der Bedienung und datenschutzkonform ist. Sie wollten dazu informiert bzw. fortgebildet werden (26).

Schulen, an denen ITS erfolgreich eingesetzt werden, verfügen über das digitale Know-how zur Erprobung und Anwendung digitaler Anwendungen. Vielfach sind es einzelne Lehrkräfte, die mit eigenem Engagement und aus eigenem Interesse das Thema „digitales Lernen“ und/oder ITS an ihre Schule bringen. Häufig thematisieren sie das Thema dann im Kollegium oder innerhalb ihrer fachlichen Gremien und tragen damit z. T. zur Distribution digitaler Anwendungen bei.

Um möglichst viele Lehrkräfte und Schulleitungen für eine erfolgreiche Nutzung von ITS zu gewinnen, braucht es Fortbildungen. Diese

Um Kenntnisse über ITS und deren Qualität zu verbessern sowie Kompetenzen zu erwerben, ITS gezielt im Unterricht einzusetzen, benötigen Lehrkräfte niederschwellige und kostenfreie Fortbildungsangebote.

Es besteht der Wunsch nach schulinternen Fortbildungen

werden aktuell zwar niederschwellig, oft kostenfrei und in digitaler Form von den ITS-Anbietern angeboten, erreichen aber trotzdem (noch) nicht die Mehrheit der Lehrkräfte. Die Teilnahme setzt ein gewisses Interesse am Thema und eine intrinsische Motivation der Lehrkraft voraus, sich Zeit zu nehmen und sich mit einer neuen Thematik und einer neuen Software auseinanderzusetzen. Ein Teil der Lehrkräfte würde lieber bei den bekannten, seit Langem eingesetzten Arbeitsmethoden bleiben bzw. sich in anderen Bereichen fortbilden.

Die Chance, mehr Lehrkräfte mit einem Fortbildungsangebot zu erreichen, würde wachsen, wenn die Fortbildungen schulintern organisiert werden. Die Interviewten berichten, dass die Angebote an Schulen oder in der Nähe attraktiver für sie seien als extern organisierte Online-Fortbildungen (27).

Datenschutz auf der Schulebene

Intelligente Tutorielle Systeme brauchen Daten, damit die Lehrkraft Informationen zum Lernstand und Lernfortschritt einzelner Schüler:innen erhalten kann. ITS brauchen möglichst viele Daten, damit die Software weiterentwickelt werden kann bzw. um sich – wenn als KI programmiert – selbst weiterzuentwickeln. Schulleitungen sind verpflichtet, dafür zu sorgen, dass personenbezogene Daten von Schüler:innen nicht abfließen und eventuell missbraucht werden. Daten müssen geschützt werden. Angesichts der Nutzung von ITS zeigten die von uns interviewten Lehrkräfte und Schulleitungen unterschiedliche Haltungen.

ITS arbeiten mit personenbezogenen Daten, sodass hohe Datenschutzanforderungen erfüllt werden müssen.

Einige Lehrkräfte betonen die Herausforderungen und verhalten sich aus datenschutzrechtlichen Bedenken eher zurückhaltend bei der Nutzung von digitalen Tools. Andere gehen pragmatisch mit dem Datenschutz um und probieren die Tools aus. Dabei wird der Datenschutz an sich jedoch von allen schulischen Akteur:innen als hochbedeutsam erachtet. Auch diejenigen, die mit weniger Sorge auf das Thema blicken, fragen sich: Welche Software dürfen wir im schulischen Alltag nutzen und welche datenschutzrechtlichen Bedenken gibt es? Wie bekommen wir Rechtssicherheit, was ist verboten und was ist erlaubt? Bemerkenswert ist auch, dass sich das „Schreckgespenst Datenschutz“ immer dann in (womöglich unangenehme, aber durchaus) handhabbare Herausforderungen verwandelt, wenn sich die Akteur:innen konkret auf den Weg machen.

Für die Integration von ITS ist es erforderlich, dass Schulen eine Vereinbarung zur Datenschutzfolgeabschätzung mit dem Anbieter von ITS treffen.

Eine dieser „unangenehmen Herausforderungen“ ist die Notwendigkeit, dass es für die Nutzung von ITS immer eine Vereinbarung zur

Datenschutzfolgeabschätzung der Schule mit dem Anbieter geben muss. Dies überfordert Schulen nicht selten, sodass hier die Datenschutzbeauftragten der Länder oder die Landesinstitute oder Schulbehörden vermittelnd tätig werden.

Sorgen und Hoffnungen der (potenziellen) Nutzer:innen

Ängste und Zweifel bezüglich digitaler und KI-gestützter Lernprozesse äußern vor allem Erwachsene. Die Jugendlichen selbst müssen von den digitalen Bildungsmedien nicht überzeugt werden.

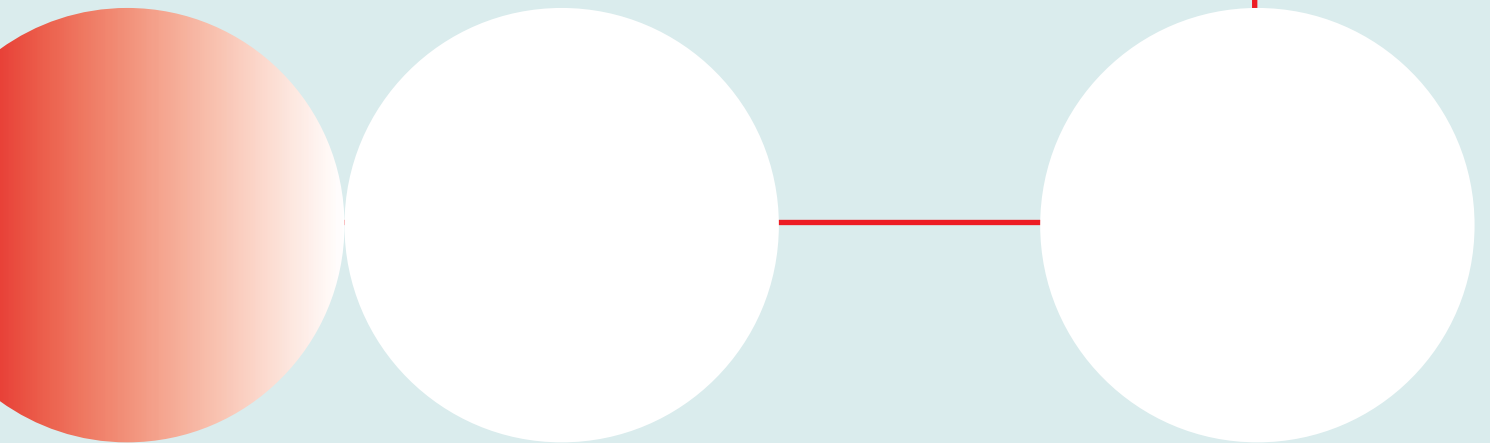
Die Lehrkräfte, die wir im Rahmen unserer Studie befragt haben, berichten, dass die Mehrheit derjenigen Schüler:innen, die bereits mit ITS in Kontakt gekommen sind, gerne damit arbeiten (29). In einzelnen Fällen sind die eher leistungsschwächeren Lernenden unzufrieden, weil sie durch die individuelle Zuweisung der Aufgaben nicht abschreiben können und die Lehrkräfte immer Informationen über ihre Arbeit erhalten können, wodurch das Kontrollgefühl verstärkt wird.

„Die Akzeptanz der Schülerinnen und Schüler ist sehr hoch, würde ich sagen, von Klasse zu Klasse auch ein bisschen unterschiedlich. [...] Aber ich würde sagen, 70 bis 80 Prozent der Schüler finden das gut.“

Zitat: Lehrkraft

In unserer Befragung berichteten die Lehrkräfte an Schulen, die über keine ausreichende technische Ausstattung wie stabile Internetverbindung und genügend verfügbare Endgeräte verfügen, dass ITS, wenn überhaupt, vor allem für Hausaufgaben genutzt wird.

4.



**Bedarfe und
Empfehlungen
bezüglich ITS
an Schulen
formulieren**

4. Bedarfe und Empfehlungen bezüglich ITS an Schulen formulieren

Auf der Basis der durchgeführten Interviews werden im Folgenden Gelingensbedingungen zum Einsatz von ITS an Schulen in Deutschland formuliert. Hierin spiegeln sich die Bedarfe und Wünsche der Befragten wider. Diese Gelingensbedingungen setzen zunächst auf einer übergeordneten Ebene an und adressieren sodann die Schul- und Unterrichtsebene.

Übergeordnete Ebene

Die Schulen brauchen zunächst **eine technische Infrastruktur**, stabile Internetverbindungen, ein Learning Management System (LMS) und genügend Endgeräte – sowohl für die Lernenden als auch für die Lehrenden –, um digitale Bildungsmedien überhaupt einsetzen zu können. Die Schulen brauchen einen technischen Support, an den sie sich wenden können, falls es Probleme mit der Technik gibt.

Um vergleichbare Rahmenbedingungen zu gewährleisten, sind **landeseinheitliche Standards** zu prüfen. Dies gilt auch mit Blick auf die Priorisierung entsprechender Haushaltsmittel auf kommunaler Ebene: Nur wenn es hinreichende Vorgaben gibt, sind die Kommunen gezwungen, diese zu erfüllen und die Finanzmittel – auch in dem Fall, dass die Kommune in der Haushaltssicherung ist – bereitzustellen. Digitale Endgeräte sollten in die Lernmittelfreiheit integriert werden, dies sollte generell gelten und die Verantwortlichkeit für alle Lehr- und Lernmittel sollte gebündelt und geklärt werden.

Es braucht eine **nachhaltige Finanzierung für die Basics**, um Infrastruktur, Endgeräte und technischen Support zu gewährleisten, insbesondere auch durch die Länder und ggf. den Bund. Wichtig ist dabei, dass es sich bei den anfallenden Kosten zum großen Teil nicht nur um einmalige Anschaffungskosten, sondern auch um laufende Kosten bzw. Ausgaben handelt. Weder Lehrkräfte noch Lernende und ihre Eltern sollten sich um die Finanzierung der Implementierung von ITS kümmern müssen. Sonst kommt es zu Ungerechtigkeiten und ungleichen Chancen.

Schulen benötigen stabile Internetverbindungen, ein Learning Management System (LMS) und ausreichend Endgeräte für Schülerinnen, Schüler und Lehrkräfte, um digitale Bildungsmedien einzusetzen.

Schulen brauchen **Informationen** darüber, welche digitalen Bildungsmedien, darunter ITS, zur Verfügung stehen und wie sie benutzt werden können. Schulleitungen und Lehrkräfte wünschen sich zudem, dass die **Qualität der Softwares von unabhängiger Seite überprüft und evaluiert** wird. Nach österreichischem Vorbild könnte bzw. sollte die Qualität mit Zertifikaten bestätigt werden, idealerweise auch die Lernwirksamkeit.

Schulen benötigen Qualitätssicherheit hinsichtlich der eingesetzten Software. Es bedarf dazu unabhängiger Prüfverfahren.

Auch auf Landesebene kann im Zusammenspiel der Ministerien mit den Landesinstituten und den Datenschutzbeauftragten entschieden werden, welche ITS datenschutzkonform sind (30). Ein guter Weg ist, wenn ITS über die Lernplattformen der Länder genutzt werden (und nicht über den Browser), da in diesem Fall in der Regel schon geklärt ist, dass die Datenschutzbestimmungen eingehalten werden.

Fortbildungen können von den Landesinstituten in Kooperation mit Schulen und ITS-Anbietern organisiert und durchgeführt werden. Die Fortbildungen sind sowohl für die Lehrkräfte als auch für die Schulleitungen wichtig (31). Damit Fortbildungen in verstärktem Umfang wahrgenommen werden können, ist jedoch auch zu prüfen, wie die Zeitkontingente dafür geschaffen werden können, um die Arbeitszeit der Lehrkräfte und Schulleitungen nicht weiter auszudehnen. Vorteilhaft könnte sein, wenn die Fortbildungen stärker dezentral und ggf. sogar auf Schulebene durchgeführt werden.

Schulische Ebene

Innerhalb der Lehrerkollegien sollte es einen **kontinuierlichen Austausch bezüglich Anwendungen** und Unterstützung bei technischen Fragen und Problemen geben (32). Idealerweise sollte es sogar eine übergreifende Konzeption und Verabredung auf Schulebene geben.

Innerhalb des Kollegiums sollte ein kontinuierlicher Austausch bezüglich Anwendungen und technischer Fragen stattfinden.

Die Eltern sollten über die Chancen und Nutzungsmöglichkeiten von ITS informiert werden. Lehrkräfte und Schulleitungen berichten im Interview, dass die meisten Eltern positiv auf den Einsatz von ITS im Unterricht reagieren und nur vereinzelt Bedenken und Zweifeln äußern (33).

Viele Lehrkräfte halten das **kollegiale Lernen** in Peer-to-Peer-Formaten für die fruchtbarste Form, um ITS-Anwendungen zu erlernen und sich dafür zu begeistern, neben den wichtigen und guten Bildungsformaten der Landesinstitute oder der Unternehmen selbst.

In Lerngruppen, in denen ITS im Unterricht zum Einsatz kommt, dürfen **soziale, emotionale und motivationale Komponenten des Lernens** nicht vernachlässigt werden. Die Schüler:innen benötigen nicht nur digitale, sondern auch Lernkompetenzen, um von ITS zu profitieren. Diese entwickeln sich im sozialen Austausch.

„Es gibt vielleicht pro Klasse einen Elternteil, der damit ein Problem hat. Aber die meisten stehen dem Ganzen echt positiv gegenüber und sie sehen auch, wie motiviert die Schüler sind.“

Zitat Lehrkraft

Individuelle Ebene

Die Lehrkräfte, die ITS einsetzen, brauchen **pädagogisches Know-how**, um die Arbeitsphasen mit den digitalen Tutoren passgenau für einzelne Lerngruppen einzuplanen und umzusetzen.

Die Lehrkräfte wünschen sich mehr **Fortbildungen in Präsenz**, denn dort sind Austausch und Vernetzung intensiver, wodurch die Lerneffekte stabiler werden und die Motivation zum Einsatz der Software steigt. Am liebsten möchten die Lehrkräfte, dass die Fortbildungen direkt bei ihnen an der Schule stattfinden. Aus organisatorischen Gründen werden die Fortbildungen jedoch gebündelt und Lehrkräften von mehreren Schulen in den Landesinstituten angeboten.

Besonders jüngere Schüler:innen sowie Lernende mit geringer Lernmotivation brauchen viel Zeit, um im direkten Kommunikationsprozess mit der Lehrkraft und mit den Peers **die Lernkompetenzen** zu erwerben. Erst dann können sie durch individualisiertes Lernen mithilfe von ITS profitieren. Es ist wichtig, im Unterricht die Kompetenzen **durch individuelle Förderung und Arbeit im sozialen Raum** zu stärken und die Schüler:innen frühzeitig an das eigenständige Lernen heranzuführen. Die Kompetenz, das Lernen zu lernen, sollte stärker gezielt entwickelt werden.

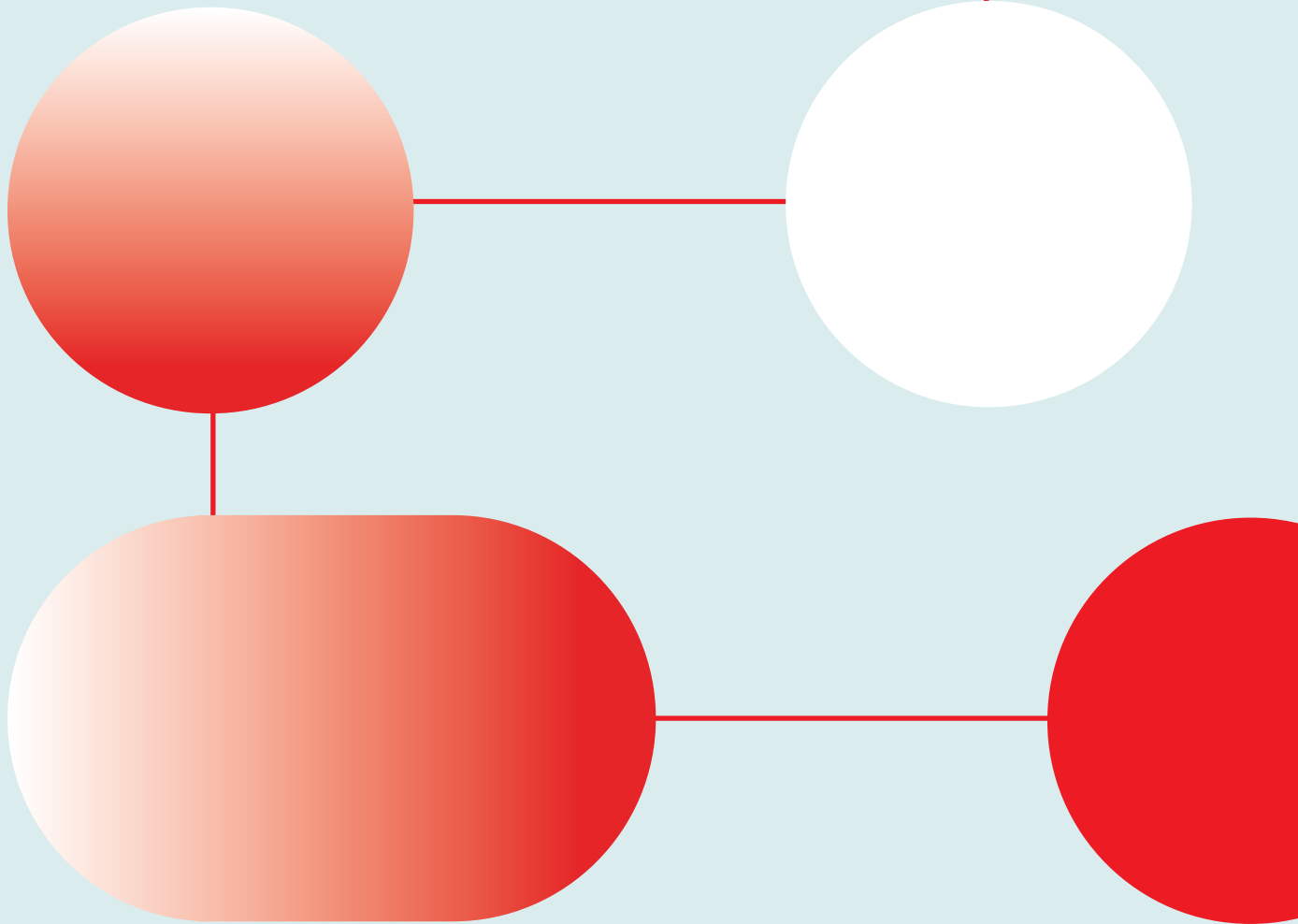
Lehrkräfte, die ITS einsetzen, benötigen pädagogisches Know-how, um den Unterricht passgenau zu planen und umzusetzen.

Es ist wichtig, im Unterricht die Kompetenzen durch individuelle Förderung und Arbeit im sozialen Raum zu stärken und die Schüler:innen und Schüler frühzeitig an das eigenständige Lernen heranzuführen.

Auf allen Ebenen helfen **Austausch und Vernetzung**, um miteinander und voneinander zu lernen. Dies brauchen Schüler:innen genauso sehr wie Lehrkräfte und Schulleitungen. Bildung in der Digitalität, auch mit ITS, benötigt die Etablierung von neuen Strukturen, bei denen viele Akteure – wie Kommunen, Landesinstitute für Bildung und Medien, Kultusministerien, ITS-Anbieter, Schulbuchverlage und andere relevante Kooperationspartner – im kooperativen Austausch bleiben müssen. Die Schulen stehen in diesem Netzwerk mittendrin. Um von den neuen Möglichkeiten zu profitieren, müssen sie ihre Bedürfnisse klar kommunizieren und gestärkt durch eine Vision zukunftsorientiert handeln.

Bildung in der Digitalität erfordert die Etablierung neuer Strukturen, bei denen verschiedene Akteure kooperativ zusammenarbeiten, um die Bedürfnisse der Schulen zu erfüllen und zukunftsorientiert zu handeln.

5.



ITS kennenlernen

5. ITS kennenlernen

In Deutschland gibt es bislang nur wenige Softwares, die alle bereits skizzierten Merkmale erfüllen und an Schulen angeboten werden; einige befinden sich jedoch in der Entwicklung. Im Folgenden beschreiben wir zunächst (in alphabetischer Reihenfolge) vier ITS-Anbieter¹ und deren Software und erklären, was diese den Nutzer:innen bieten².

Anschließend nennen wir weitere Produkte, die für Schulen bereits zugänglich sind und die sich in Richtung ITS entwickeln (wollen) oder ganz ähnliche Funktionalitäten bieten.

5.1. Area9

Area9 Lyceum wurde 2014 als ITS für die Weiterbildung in Unternehmen gegründet. Mittlerweile ist es auch im Schulunterricht anwendbar. **Area9 ist inhaltlich nicht auf ein bestimmtes Unterrichtsfach beschränkt.** Es bietet eine Plattform mit verschiedenen Lernmodulen für die schulische Ausbildung.

Die Besonderheit von Area9 ist, dass die Inhalte entweder durch Lehrkräfte oder Schulbuchverlage erstellt und der Software zur Verfügung gestellt werden müssen. Area9 selbst stellt keine Inhalte zur Verfügung und entwickelt auch keine. Das Unternehmen bietet lediglich eine Software an, in die curriculare Inhalte eingepflegt werden können.

Area9 wird bereits in einigen Schulen erprobt, was mit der eigenständigen Erstellung fachbezogener Inhalte und der Einarbeitung in die Software verbunden ist. **Im Jahr 2023 wurde die Software laut unserer Information an etwa 30 Schulen u. a. in Sachsen und Nordrhein-Westfalen getestet.** Im Saarland läuft im Schuljahr 2023/2024 ein Pilotprojekt, in dem das Ministerium für Bildung und Kultur Lehrkräften und Lernenden das Area9-System kostenlos zur Verfügung stellt (online schule saarland 2024).

Fachbezug

Nutzung und Finanzierung

¹ In der Befragung von Forsa wurde auch ALEKS als ITS genannt. ALEKS ist ein in den Vereinigten Staaten entwickeltes ITS, das jedoch nicht auf Deutsch zur Verfügung steht und deswegen hier nicht vorgestellt wird.

² Die Angaben stammen von den Anbietern, die wir im Rahmen unserer Studie interviewt haben. Sie wurden mit den Sichtweisen der interviewten Lehrkräfte kontrastiert und durch die Anbieter kurz vor der Veröffentlichung des Leitfadens aktualisiert.

Das bietet Area9:



Die Möglichkeit, eigene Inhalte mit der Software adaptiv zu nutzen.

Area9 verwendet Algorithmen, um die Aufgaben, die beispielsweise von den Schulen eingespeist wurden, an den aktuellen Kenntnisstand und Lernfortschritt der Lernenden anzupassen.



Personalisierte Rückmeldungen und Hilfestellungen.

Die Software bietet personalisierte Rückmeldungen und Hilfestellungen, um die Lernenden gezielt zu unterstützen. Dies kann in Form von erklärenden Hinweisen, zusätzlichen Übungen oder multimediale Lernmaterialien erfolgen.



Auswertung zum Lernstand der Klasse.

Area9 ermöglicht es Lehrkräften, den Lernstand ihrer Klasse zu verfolgen und zu analysieren. Das System erkennt, wann die Lernenden das Lernziel erreicht haben und welche Wissenslücken es noch gibt. Durch die Auswertung können Lehrkräfte Einblicke in die individuellen Fortschritte der Schüler:innen erhalten und ihren Unterricht entsprechend anpassen.



Lernen im eigenen Tempo.

Die Aufgaben werden an verschiedene Lernstile und Lerngeschwindigkeiten angepasst. So können die Schüler:innen auf ihre eigene Art und Weise lernen (Deutscher Bildungsserver 2024).

In den Interviews an Schulen, die die Testphase 2023 mit Area9 durchlaufen haben, wurde berichtet, dass Lehrkräfte und Schüler:innen die Möglichkeit hatten, in Lerngruppen Area9 zwei Stunden lang zu testen. Die Ergebnisse der Testphase³ wurden noch nicht veröffentlicht.

Bei der Nutzung von Area9 werden die personenbezogenen Daten der Nutzenden pseudonymisiert. Wer welche Antwort gegeben und wie lange gebraucht hat, kann also nicht vom Anbieter und nur auf Wunsch von den Lehrkräften eingesehen werden.

Datenschutz

³ Stand Mai 2024.

5.2. Bettermarks

Bettermarks ist das einzige Intelligente Tutorielle System, das in Schulen in Deutschland bereits etwas häufiger, allerdings mit 11 % aller Schulen (forsa 2023) immer noch auf recht begrenztem Niveau eingesetzt wird. Es wurde 2008 erstmals angeboten und wird seitdem stetig weiterentwickelt. Mit Bettermarks kann Mathematik in den Jahrgängen 4 bis 12/13 geübt und unterrichtet werden. Bettermarks wird nach Angaben des Anbieters in fast 4.000 Schulen deutschlandweit genutzt.

Die Nutzung wird auf unterschiedlichen Wegen finanziert: durch die Eltern, Schulträger oder im Rahmen von Landeslizenzen. Folgende Bundesländer (Stand März 2024) verfügen über Lizenzen für Bettermarks: Berlin (über das Schulportal), Brandenburg (direkt zugänglich), Bremen (über Univention), Hamburg (direkt zugänglich), Mecklenburg-Vorpommern (über das Schulportal MV), Niedersachsen (über NBC), Rheinland-Pfalz (direkt zugänglich), Saarland (über OSS). Bettermarks arbeitet mit einigen Landesinstituten zusammen, um die Inhalte an die regionalen und lokalen Bedarfe anzupassen. Aktuell arbeitet Bettermarks an der Aufbereitung der Inhalte für ein weiteres Fach.

Fachbezug

Finanzierung

Das bietet Bettermarks:



Adaptive Aufgaben.

Bettermarks bietet etwa 200.000 Aufgaben an, mit denen die Schüler:innen ihr mathematisches Können am Computer, Laptop oder Tablet trainieren können. Die Aufgaben passen sich dabei an den individuellen Lernstand der Schüler:innen an.



Personalisierte Rückmeldungen und Hilfestellungen.

Jede Schülerantwort wird automatisch korrigiert und individuelle Rückmeldungen sowie Lösungswege werden bereitgestellt, um das Verständnis zu fördern. Die Lehrkräfte bekommen durch die Software einen Überblick über den Lernfortschritt ihrer Schüler:innen und können erkennen, wer Unterstützung in bestimmten Themenbereichen benötigt.



Auswertung zum Lernstand der Klasse.

Die Lehrkräfte erhalten detaillierte Einblicke in den Lernfortschritt ihrer Klasse sowie Informationen darüber, welche Themenbereiche noch vertieft werden müssen.



Lernen im eigenen Tempo.

Durch die Möglichkeit, selbstständig zu üben und Fehler konstruktiv zu nutzen, soll das Selbstvertrauen der Lernenden gestärkt werden.



Interaktive Unterrichtsgestaltung.

Mit interaktiven Tafelbildern können Lehrkräfte den Unterricht lebendig gestalten, Themen visualisieren und Lernende aktiv einbeziehen.

Bettermarks wurde bereits wissenschaftlich evaluiert. Eine quantitative Studie mit Kontrollgruppen hat signifikant positive Effekte gezeigt: Die Schüler:innen, die mit Bettermarks gelernt hatten, haben im Mittel bessere Leistungen im nächsten Test erreicht als die Lernenden, die das System nicht nutzten (Scharnagl et al. 2014).

Das System ist mit der Cloud verbunden, sodass beim Zugriff auf das Lernsystem automatisch überprüft wird, ob die Nutzenden die erforderlichen Zugriffsrechte haben und ob sie als Schüler:innen oder Lehrkräfte auf das System zugreifen. **Bettermarks benötigt keine Installation. Während der Nutzung werden die Daten pseudonymisiert an Bettermarks gesendet. Dies bedeutet, dass der externe Anbieter keine personenbezogenen Daten erhält. Die bildungsrelevanten Daten bleiben in der Schule und bei den Nutzenden. Sie können von den Lehrkräften und Schüler:innen zur Lernstandsanalyse verwendet werden (Bettermarks 2024a, 2024b).**

Datenschutz

5.3.Feedbook

Feedbook ist ein Intelligentes Tutorielles System, das mehrere interaktive Schulbücher umfasst. Es wurde 2016 2019 vom Seminar für Sprachwissenschaft in Tübingen entwickelt. **Mit Feedbook kann Englisch ab der 7. Klasse gelernt werden.** Es basiert inhaltlich auf den in Baden-Württemberg zugelassenen Lehrwerken. Es wird an Schulen in Baden-Württemberg eingesetzt, die mit der Universität Tübingen für die Erprobung kooperieren. **In der Erprobungsphase ist die Nutzung für die Schulen kostenlos. Lehrkräfte aus anderen Bundesländern können die Software ebenfalls erproben. Das System wurde bereits in mehreren Bundesländern präsentiert.**

Fachbezug

Nutzung und Finanzierung

Das bietet Feedback:



Adaptive Aufgaben.

Feedback stellt eine Vielzahl von adaptiven Grammatik- und Vokabelaufgaben für den Englischunterricht bereit.



Personalisierte Rückmeldungen und Hilfestellungen.

Unter Verwendung von KI liefert Feedback schrittweises und individuelles Feedback, wenn eine inkorrekte Eingabe erfolgt.



Auswertung zum Lernstand der Klasse.

Ein Lehrerinterface ermöglicht es, Lernschwierigkeiten in der Klasse und bei einzelnen Schülergruppen festzustellen, die dann gezielt im Unterricht besprochen und durch zusätzliche Aufgaben adressiert werden können.



Lernen im eigenen Tempo.

Feedback eignet sich für das selbstständige Lernen im Unterricht und zu Hause. Durch individuelle Rückmeldungen erhalten die Schüler:innen die Unterstützung, die sie benötigen (Feedback 2024a).

Feedback wurde bereits wissenschaftlich evaluiert und es wurde bewiesen, dass individualisiertes Feedback lernwirksam ist (Meurers et al. 2019b; Meurers et al. 2019a).

Die interaktiven Schulbücher sind webbasiert zugänglich. Die Schulen nutzen das System für einen eingeschränkten Zeitraum und die Universität bekommt dadurch Zugang auf die Daten der Nutzenden, wodurch das System weiterentwickelt werden kann (Feedback 2024b).

Datenschutz

5.4. Grafari und Calcularis

Die schweizerische Constructor Group AG bietet seit 2023 kostenpflichtig allen Schulen in Deutschland sprachlich angepasste Versionen von drei Intelligenten Tutoriellen Systemen an: Grafari (Basics), Grafari (Ortograph) und Calcularis. Grafari ist darauf ausgerichtet, die Lese- und Rechtschreibfähigkeiten von Schüler:innen zu trainieren. Calcularis hingegen ermöglicht es Schüler:innen, mathematische Operationen zu üben und zu vertiefen. Calcularis wurde ursprünglich für Kinder mit Dyskalkulie (Rechenschwäche) entwickelt, kann aber von allen Kindern benutzt werden.

Die beiden Softwares, Grafari und Calcularis, werden auch an vielen Schulen in der Schweiz angewendet. Der Einsatz an Schulen in Deutschland benötigt bisher eine private Finanzierung. Es laufen Gespräche in einigen Bundesländern zu den Möglichkeiten der Ko-finanzierung.

Nutzung und
Finanzierung

Das bieten Grafari und Calcularis:



Adaptive Aufgaben.

Grafari und Calcularis bieten Aufgaben an, die sich individuell an die Lernbedürfnisse der Schüler:innen anpassen. Durch die Nutzung von Algorithmen werden die Übungen speziell auf das Leistungsniveau und den Lernfortschritt jedes und jeder Einzelnen zugeschnitten.



Personalisierte Rückmeldungen und Hilfestellungen.

Beide Softwares liefern personalisierte Rückmeldungen und Hilfestellungen, um die Lernenden bei ihren individuellen Herausforderungen zu unterstützen. Durch die Analyse des Lernverhaltens und der Leistung werden gezielte Hinweise und Erklärungen zur Verfügung gestellt, um Fehler zu korrigieren und das Verständnis zu vertiefen.



Auswertung zum Lernstand der Klasse.

Grafari und Calcularis ermöglichen es Lehrkräften, den Lernstand der Klasse zu analysieren und einzuschätzen. Durch Auswertungen und Berichte erhalten Lehrkräfte Einblicke in die individuellen Fortschritte und Wissenslücken der Schüler:innen. Diese Informationen ermöglichen es den Lehrkräften, ihren Unterricht gezielt anzupassen.



Lernen im eigenen Tempo.

Mit Grafari und Calcularis können Schüler:innen in ihrem eigenen Tempo lernen. Durch personalisierte Lernpfade, die auf die individuellen Bedürfnisse und das Lerntempo jedes und jeder Einzelnen abgestimmt sind, wird effizientes Lernen ermöglicht.



Interaktive Unterrichtsgestaltung.

Die Funktion „Constructor Classroom“ ermöglicht das Unterrichten mit interaktiven Lehr- und Lern-tools sowohl in analogen als auch in digitalen/hybriden Klassenräumen (Constructor 2024).

Calcularis wurde bereits wissenschaftlich evaluiert. Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigten die Kinder der Calcularis-Gruppe größere Fortschritte bei arithmetischen Operationen und beim Zahlen- und Mengenverständnis. Diese Verbesserungen blieben auch nach einem 3-monatigen Intervall nach dem Training stabil (Kohn et al. 2020).

Die Lernenden müssen in den Softwares keine persönlichen Daten angeben. Constructor nutzt ausschließlich anonymisierte Nutzungsdaten für die Forschung und Entwicklung der Lernsysteme.

Datenschutz

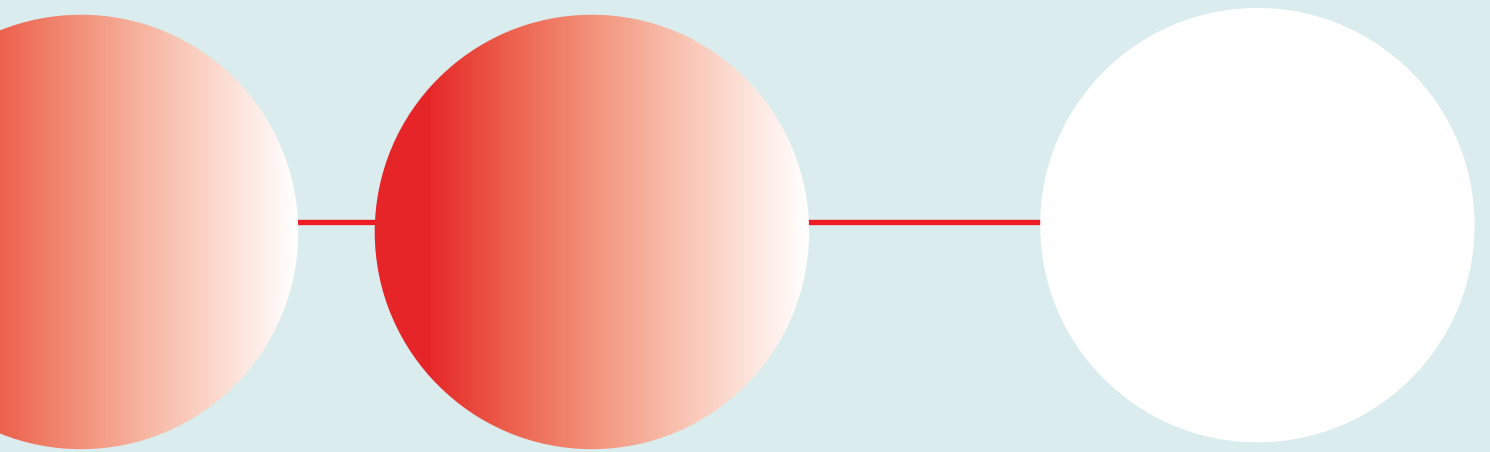
5.5. Andere Softwares mit partieller ITS-Funktionalität

Diverse Akteure in der deutschen Bildungslandschaft sind interessiert an der Entwicklung von Intelligenten Tutoriellen Systemen. Mehrere Schulbuchverlage, Unternehmen der EdTech⁴-Branche, aber auch Universitäten und öffentliche Institutionen arbeiten daran, eigene ITS zu entwickeln. In vielen Fällen entstehen dabei Produkte, die an Schulen mit Erfolg eingesetzt werden (können), auch wenn sie (noch) nicht alle Merkmale von ITS haben.

In der Tabelle im Anhang werden die Softwareprogramme kurz beschrieben, die von unseren Interviewpartner:innen, vor allem von Lehrkräften, als sinnvolle Lernhilfen genannt wurden.

⁴ EdTech steht für Education and Technology, also Bildung und Technologie, und bezeichnet die Branche, in der digitale Technologien im Bildungsbereich erarbeitet werden.

Anhang



Anhang

Zitatbelege

Interviewpartner:in	Seite	Zitat
ITS-Anbieter		(1) „In Mathe baut alles aufeinander auf und man muss die Verfahren kennen. Die Kompetenzen werden aus Inhalten abgeleitet und es funktioniert nur in der Mathe so. Wenn wir in der Lage sind, Textantworten auszuwerten, können wir auch über Regelstandards hinaus in anderen Fächern Aussagen über die Fähigkeiten in niedrigeren Kompetenzbereichen treffen. Zukunft von ITS im Schulsystem: Aus Eingaben Fähigkeiten ableiten im Sinne von Fertigkeiten.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(2) „ITS ist gut für diese Entscheidungskompetenz: Ist es richtig oder falsch, zuordnen, eine schnelle Entscheidung treffen. Das wird unheimlich gut trainiert. Aber bei höherer Mathematik wird es schwierig. Wenn man Mathematik offener übt, wenn man eine Aufgabe selbst schreibt und ein Problem in kleinere zerlegt, dann macht man unheimlich viel Mathematik. Aber das ist völlig ergebnisoffen und dieses Format wird in ITS nicht abgebildet.“
ITS-Anbieter (zurück zum Text)	09	(3) „Es gibt sicherlich Bereiche, wo man sich tiefgründiger damit beschäftigen sollte, ob es sinnvoll ist, einen Algorithmus den Weg durch den Content vorgeben zu lassen, also wenn wir z. B. über Ethik, Religion, Sozialwissenschaften oder so was reden. Da weiß man schon, dass es eben Ansichten gibt, die rational sicherlich anders betrachtet werden würden, als man es auf einer emotionalen, vernünftigen, menschlichen Seite tun würde. Also $1 + 1$ ist dann doch nicht immer 2. Denn es gibt Bereiche in Unterrichtsfächern wie z. B. Ethik, wo ein rationaler Zugang oftmals zum falschen Ergebnis führt, wo es eben andere Aspekte gibt, moralische Aspekte, die eine wichtige Rolle spielen. Ob man so etwas einem Algorithmus dann zutraut – zu sagen: Sei jetzt mal so klug, dass du wirklich genau abwägst, was du jetzt als Nächstes anbietest –, das ist so eine Frage.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(4) „Mit ITS habe ich ein gutes Diagnoseinstrument, das sehr individuell ist, und das bereichert meinen Unterricht.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(5) „Mir waren Hausaufgaben schon immer sehr wichtig. Hausaufgaben haben nur unter bestimmten Bedingungen einen wirklichen Nutzen und eine der Bedingungen ist, dass die Schüler auch eine Rückmeldung kriegen zu Hause über das, was sie tun. Ansonsten kriegen sie die Rückmeldung erst in der nächsten Mathestunde, und das ist viel zu spät, weil sie sich bis dahin schon teilweise falsche Rechentechniken antrainiert haben, und die müssen dann erst mal wieder abtrainiert werden. Und das ist der Vorteil, den ich bei diesen Programmen sehe, und deswegen gebe ich fast nur Hausaufgaben in diesen digitalen Programmen: Weil die Schüler immer sofort eine Rückmeldung bekommen, ob das richtig ist oder nicht.“

Interviewpartner:in	Seite	Zitat
Schulleitung (zurück zum Text)	09	(6) „Vor allem jetzt in Vorbereitungsphasen für Klassenarbeiten habe ich es intensivi- viert eingesetzt. Das war so mein Hauptaugenmerk, weil da die Schüler einfach noch auf einem verschiedenen Kenntnisstand waren oder halt der eine da Probleme hatte, der andere da. Und dann etwas pauschal über die Klasse über- zustülpen, ist nicht befriedigend, und da konnte ich sehr gut mit ITS arbeiten.“
Schulleitung (zurück zum Text)	09	(7) „ITS steht jederzeit zur Verfügung und man ist nicht so vom Lehrer abhängig, von seiner Anwesenheit und seiner Laune. Das war das alte klassische Schüler- Lehrer-Abhängigkeitsverhältnis. Wenn du nett bist, dann teile ich mein Wissen mit dir. Und das ist dadurch natürlich zum großen Teil aufgehoben. Deswegen ist so was auch ein Stück weit ein demokratisches Instrument – weil man sich diesen Stoff dann letztlich auch selber aneignen kann, ohne eine menschliche Lehrkraft.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(8) „Ich mach gerne erst mal einen Einstieg mit einer Klasse. Da erzähle ich erst ganz klassisch vorne an der Tafel, wie man z. B. Brüche addiert. Und wenn ich das Gefühl habe, die meisten haben es verstanden, dann folgt eine Übungs- phase. Und in dieser Übungsphase greife ich entweder ganz klassisch auf unser Förderheft zurück, wo sie händisch reinschreiben, oder ich kann auch eine Übung mit ITS machen.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(9) „An unserer Schule mache ich den individuellen Förderunterricht, so nennt sich das für Mathematik. Und da habe ich festgestellt, dass es gar nicht so einfach ist, selbst wenn man nur zehn Schüler hat, oder im Moment hab ich sogar 20 Schüler in diesem Kurs, wenn die aus verschiedenen Klassen kommen, sie dann individuell zu fördern. Und da bietet sich dieses Programm idealerweise an, weil man die Aufgaben idealerweise zuordnen kann und die Schüler bekommen sofort ihre Rückmeldung. Sie können natürlich auch Fragen stellen, wenn ich da bin, haben aber auch ihre eigenen Teams und etwas zum Nachschlagen. Es ist auch ansprechend für die Schüler. Und gerade in diesem individuellen Förder- kurs hat sich das ideal für mich angeboten.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(10) „Aktuell habe ich gerade wieder eine Schülerin, die in der Rehaklinik ist, und da habe ich ihr über ITS Übungen zugewiesen, damit sie die in der Klinik machen kann. Sie bekommt einfach den Unterrichtsverlauf über ITS quasi abgebildet, hat dann immer gleich die Rückmeldung, ob das, was sie tut, so stimmt.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(11) „Das Programm kam irgendwann konsequent in allen meinen Matheklassen auf unterschiedliche Art und Weise [zum Einsatz]. Zum einen mache ich darüber tägliche Übungen, zu Beginn der Mathestunde, etwas Wiederholungsaufgaben, dann wird es aber auch in allen Übungsphasen eingesetzt, in der Vorbereitung für Klassenarbeiten zum Vertiefen und jetzt auch neu [für] die Tafelbilder zum Erarbeiten von Unterrichtsstoff. Ich nutze es auch zum Testschreiben.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(12) „Ich nutze es auch zur Bewertung für die Mitarbeit. Ich schaue mir einfach an, wie viel Prozent haben die Kinder bearbeitet, und das ist dann meine Basis für die Mitarbeitsnote. Früher hat man da vielleicht die Meldungen gezählt oder die Aktivität geprüft, jetzt schaue ich mir auch an, wie die Arbeit mit ITS gelaufen ist.“

Interviewpartner:in	Seite	Zitat
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(13) „Ich nutze ITS auch bei den Wochenplänen: Die Schülerinnen und Schüler haben pro Woche dort Aufgaben, die ich denen individuell nach Niveau gebe, also je [nachdem], wo sie stehen. Sie können die Aufgaben zu Hause machen. Sie können sich auch in der Schule nachmittags hinsetzen und da ein Gerät nehmen, wenn sie kein Gerät zu Hause haben.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	09	(14) „Wir machen vorwiegend in der Klassenstufe fünf und sechs Lernbüros. Von vier Stunden werden zwei Stunden im normalen Unterricht gemacht, ganz klassisch mit Freiarbeit, aber dann gibt es zwei Stunden Lernbüro. Und in diesem Lernbüro bekommen die Schüler im Normalfall Aufgaben. Und die werden dann selbstständig bearbeitet, gelöst, und die Kollegen sind Lernbegleiter. Dort kann ITS gut eingesetzt werden.“
Vertreter:in eines Bildungsministeriums auf der Landesebene (zurück zum Text)	09	(15) „ITS kann genutzt werden, um Lernstände zu erheben und auf Grundlage der geschaffenen Daten Lehrkräfte darin zu unterstützen, Fördermaterialien entweder ‚analog‘ für die Schüler bereitzustellen und mit den Schülern in weitere analoge Lernprozesse zu gehen oder eben auch in einem von dem ITS vorgeschlagen [Umfang] auf der Grundlage der erhobenen Daten adäquate Materialien, Lernaufgaben, aber dann auch weitere Testaufgaben zur Verfügung zu stellen. D. h. also, es könnte eine gute unterstützende Möglichkeit für Lehrkräfte sein, auch mit Blick auf Selbstlernphasen der Schülerinnen und Schüler, die Förderung zu optimieren.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	13	(16) „Viele Eltern verstehen darunter den Roboter, der die Schülerinnen und Schüler unterrichtet – losgelöst vom Lehrer, der dann in der Ecke seine Zeitung liest, so wie das in den Sprachlaboren der 60er- und 70er-Jahre gewesen sein mag. Das ist noch das Bild, das sich in einigen Fällen bei der Elternschaft ergibt.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	13	(17) „ITS hat das Potenzial, Lehrkräfte zu unterstützen bei den Tätigkeiten, die sie nicht zwingend selbst machen müssen. Das Zentrale für eine Lehrkraft ist, eine persönliche Bindung aufzubauen, den Schüler zu fördern, zu unterstützen und in seinem Lernprozess zu begleiten. Aber Korrigieren ist z. B. nicht unbedingt das, was eine Lehrkraft tun muss.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	14	(18) „Meine Rolle ändert sich insofern, [als] dass ich nicht von Stunde zu Stunde den Lernstoff frontal unterrichte, sondern erst mal einen weiteren Blick über das Themenfeld bekomme und das dann in das System einspeise. Es ist gut, dass man weiß, wo man hinmöchte. Aber im Endeffekt ist es ein System und keine Person, die den Schülerinnen und Schülern das geben kann, was eine Lehrkraft geben kann. Es ersetzt auf keinen Fall uns als Lehrkräfte, aber wir können uns selbst entlasten mit diesen Systemen.“

Interviewpartner:in	Seite	Zitat
Vertreter:in Bildungsministeriums auf der Landesebene (zurück zum Text)	14	(19) „Wenn ich als Lehrer keine gute individuelle Fördersystematik habe und ich als Lehrer nicht in der Lage bin, darauf einzugehen, dass 25 Menschen in meiner Klasse unterschiedliche Bedürfnisse haben, dann werde ich das mit einem tutoriellen System auch nicht auf die Reihe kriegen. Ganz im Gegenteil: Das System wird den letzten Rest von vernünftigem Unterricht zerstören, weil ich das Gefühl habe, ich muss diesem System hörig irgendetwas tun, was ich nicht verstanden habe. Das wissen wir schon bei einfachen Anwendungen. Bei ganz einfacher Technologie wissen wir, dass sie mittleren und schlechteren Unterricht noch mal schlechter macht, denn der Lehrer verplumpert die Lernzeit mit dummem Zeug. Und das darf uns hier nicht passieren. Und es darf bitte auch nicht passieren, dass jemand um die Ecke kommt und sagt, ich habe hier das Tool, das die Lösung aller Probleme ist.“
Schulleitung (zurück zum Text)	14	(20) „Das zentrale Problem im Unterrichtsprozess ist die Heterogenität der Schülerinnen, Schüler – und das ist bis jetzt einfach nicht vernünftig gelöst, auch im Angebot der Unterrichtsmittel, der Lehrbücher. Es ist auch schwer zu lösen. Ich verspreche mir viel von einer Weiterentwicklung von ITS. Wenn die Übungsphasen ausgelagert werden können aus der direkten Kommunikation im Unterricht, hat der Lehrer sehr viel Zeit, tatsächlich auf die Probleme, die er dann diagnostiziert bekommt, zuzugehen, und kann rechtzeitig einschreiten.“
Schulleitung (zurück zum Text)	15	(21) „Das sind andere pädagogische Herausforderungen, wenn ich mit ITS arbeite. Langsamer arbeitende Schüler erzeugen sich längere Lernwege, und dann braucht man wieder Motivation, dranzubleiben. Das muss ich den Kindern einräumen. Dieses gesamte Lernen im Gleichschritt ist damit hinfällig, und das muss ich steuern.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	16	(22) „Kinder und Jugendliche aus bildungsfernen Familien brauchen vor allem den menschlichen Kontakt zu einer Lehrperson. Wenn sie dann in der Schulzeit noch mal an ihrem Gerät geparkt werden, ist es nicht sehr hilfreich. Ich glaube, wir brauchen dann einfach Zuwendung anstatt Aufgaben, um auch eine Aktivierung zu erzeugen und auch eine Öffnung für die Inhalte erst mal zu generieren.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	16	(23) „Ich sehe in ITS, welche Fehler Schülerinnen und Schüler machen, und muss darauf Rücksicht nehmen. Ich kann nicht weiter unterrichten. Der Unterricht ist stärker verzahnt mit dem Schülerfehler und da ist man dann abgelenkt von der geplanten Organisation.“
Vertreter:in der EdTech-Branche (zurück zum Text)	17	(24) „Und die Lehrpersonen: Ja, das erste Drittel findet das super, das zweite Drittel kommt mit, das dritte Drittel sind die Verweigerer. Das ist in jeder Schule gleich.“
ITS-Anbieter (zurück zum Text)	18	(25) „Die Schulen sollten unbedingt wissen, was ihr Ziel beim Changemanagement im digitalen Bereich ist.“

Interviewpartner:in	Seite	Zitat
ITS-Anbieter (zurück zum Text)	18	(26) „Die Lehrkraft muss das System gut kennen. Sie muss vertraut sein mit dem System, sodass sie schnell nachschauen kann, wo steht das Kind gerade, gibt es ein Problem, das ich moderieren muss. Das ist das Entscheidende, die Lehrkräfte dazu zu motivieren, das Neue zu lernen. Die Lehrkräfte müssen vertraut werden mit dem digitalen Lernen. Es ist eine Zeit, in der das Lehrereisen sich verändert.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	19	(27) „Mir sind Fortbildungen in Präsenz lieber. Da kommt man wirklich ins Gespräch. Man kann sich mit anderen Lehrkräften austauschen, darüber reden, wie konkret die Software im Unterricht eingesetzt werden kann. Dann wächst auch die Motivation.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	20	(29) „Die Akzeptanz der Schülerinnen und Schüler ist sehr hoch, würde ich sagen, von Klasse zu Klasse auch ein bisschen unterschiedlich. In der iPad-Klasse ist die Akzeptanz extrem hoch, die haben sich ja auch dafür entschieden. Die haben eine gewisse Affinität zu solchen Tools. In der anderen Klasse haben einige gesagt, ITS wollen sie nicht. Sie hätten lieber klassische Aufgaben aus dem Buch. Aber ich würde sagen, 70 bis 80 Prozent der Schüler finden das gut.“
Landesdatenschutzbeauftragter: (zurück zum Text)	23	(30) „Ich glaube, die Schulen sind mit dem Thema überfordert. Und die einzige Lösung, die ich mir in der Zwischenzeit vorstellen kann, ist, dass es eben zentral über die Schulaufsichtsbehörden, über das Kultusministerium bei uns läuft. Dass man das dort klärt, also wir zusammen mit dem Kultusministerium und natürlich auch mit einzelnen Lehrkräften, dass man dann gemeinsam auf dieser Ebene was findet und dann sagt: Liebe Schulen, das könnt ihr nehmen!“
Lehrkraft (zurück zum Text)	23	(31) „Man ist mit dem Alltäglichen und mit dem, wie man bisher so vorgeht, schon beschäftigt genug – und es kommt dauernd irgendwas Neues. Man muss sich dauernd irgendwas Neues aneignen. Irgendwann ist der Kopf auch voll, und dann [wil] man [sich] nicht noch von selbst [etwas Neues aneignen], sondern will eigentlich auch mal ein bisschen angeleitet werden.“
Vertreter:in eines Landesinstituts für Bildung und Medien (zurück zum Text)	23	(32) „Wir haben drei Punkte, die wichtig sind: Das eine ist die Unterstützung der Schulleitung, daneben die Zusammenarbeit. Der Lehrer ist oft ein klassischer Einzelkämpfer und an Schulen, wo das noch so ist, läuft es nicht gut. Die Kooperation ist wahnsinnig wichtig und eine prinzipielle Offenheit gegenüber digitalen Medien. Das sind eigentlich für uns die drei Erfolgsfaktoren. Deswegen legen wir auch einen großen Schwerpunkt auf Fortbildungen – gerade von Schulleitungen und Schulleitungsteams – bezüglich Digitalisierung und Kultur der Digitalität.“
Lehrkraft (zurück zum Text)	23	(33) „Es gibt vielleicht pro Klasse einen Elternteil, der damit ein Problem hat. Aber die meisten stehen dem Ganzen echt positiv gegenüber und sie sehen auch, wie motiviert die Schüler sind.“

Weitere Softwares mit partieller ITS-Funktionalität

Neben den oben beschriebenen Software-Angeboten mit weitgehender ITS-Funktionalität gibt es weitere, derzeit in der (Weiter-)Entwicklung befindliche Angebote, die noch nicht alle Merkmale von ITS erfüllen. Sie werden daher im Folgenden ergänzend aufgeführt:

Ziel der Studie ist die Analyse der systemischen Gelingensbedingungen für den Einsatz von ITS, nicht die Qualitätsmessung von einzelnen Anbietern. Nicht zuletzt aufgrund der dynamischen Marktentwicklung will die Studie daher auch nicht den Anspruch erheben, die Landkarte digitaler Bildungsanbieter auf diesem Feld für Deutschland komplett abzubilden.

Anmerkung

Titel	Funktion der App	Schulfächer	Zielgruppe	Plattform und Datenschutz	Kosten
ANTON	<p>Inhalte: Erklärungen, interaktive Übungen, Lernspiele</p> <p>Spielerischer Lernansatz – Schüler:innen erhalten Coins für absolvierte Aufgaben, mit denen „Spielzeit“ bezahlt werden kann.</p> <p>Schwierigkeitsgrade und Lern-tempo können individuell angepasst werden. Lernstatusabfrage durch Lehrer:innen zeigt individuelle Unterstützungsbedarfe auf.</p>	Deutsch, Mathematik, Englisch, Sachunterricht, Geografie, Biologie, Chemie, Physik, Geschichte	DaZ, weitere Sprachen, Musik	<p>Schulstufen 1 bis 10 sowie Oberstufe</p> <p>URL: https://anton.app/de/</p> <p>Nutzbar via Internetbrowser und als App auf iOS und Android</p>	<p>Alle Lehrinhalte sind kostenlos</p> <p>Kostenpflichtige Lizenzen enthalten Zusatzfunktionen (z. B. Einsicht in individuelle Leistungen)</p> <p>In-App-Käufe zum Ändern der Avatare</p>
Brainix	Brainix ist eine cloudbasierte Lernsoftware mit KI-Unterstützung, die selbstständiges, differenziertes und autodidaktisches Lernen, das Element der KI-gestützten Adaptivität befindet sich noch in der Entwicklung.	Mathematik und Englisch	6. Klasse Gymnasium Bayern	<p>URL: https://www.brainix.org/</p> <p>Verfügbar als Desktop-Variante oder auf iOS und Android</p>	<p>Einzellizenz kostet regulär 39 € pro Schuljahr</p> <p>Klassenlizenz kostet regulär 975 € pro Schuljahr</p>
BRAI-NYOO	BRAINYOO ist eine Lernsoftware mit kompetenzbasierten Lerninhalten, Lernstandserhebungen, digitalen Prüfungen und Gamification. Beinhaltet Microlearning-Inhalte, fortlaufende Diagnosen, selbstorganisiertes Lernen, Lernstandserhebungen und binnendifferenzierte Unterrichtsgestaltung.	<p>Alle relevanten Fächer</p> <p>SEK I und II</p>	URL: https://brainyoo.de/	Verfügbar als Desktop-Variante oder auf iOS und Android	Kostenlos
cabuu	cabuu ist eine App zum Lernen von Vokabeln. Mithilfe des gestischen Lernens, bei dem zu den Vokabeln passende Gesten	Englisch, Französisch, Latein, Spanisch und Deutsch als Fremdsprache	Spezialisiert auf Schüler:innen der 4. bis 7. Klasse und für Sprachenlernende	URL: https://www.cabuu.app/	<p>Basispaket kostenlos</p> <p>Premiumpaket kostet 2,49 € im Monat.</p>

Titel	Funktion der App	Schulfächer	Zielgruppe	Plattform und Datenschutz	Kosten
Cornelsen: Diagnose und Fördern	<p>gemacht werden, sollen Vokabeln schneller verinnerlicht werden. Buchstabenrätsel und Wortquiz dienen zum Üben der Schreibweise. Ein Lernalgorithmus gewährleistet notwendige Wiederholungen.</p> <p>Bietet über 30.000 Lern- und Fördermaterialien, bestehend aus Lernstandsanalysen, Erklärvideos und interaktiven Übungen, sowie den „Unterrichtsmanager Plus“ für Lehrkräfte.</p> <p>Vorbereitung des Unterrichts durch Bookmarks und Notizen</p>	Alle Fächer	jeden Alters, die Vokabeln auf effektive und abwechslungsreiche Art lernen wollen	<p>Nutzbar als App für Android und iOS</p> <p>URL: https://www.cornelsen.de/digital/online-diagnose</p> <p>Zugriff über Smartphone, Tablet, E-Books. Erhältlich für Android und iOS</p>	<p>Beinhaltet individuell erstellte Lehrpläne, Zugang zum Schulbuch-Shop und „Vokabeln scannen statt abtippen“</p> <p>Digitale Materialpakete sind kostenlos, E-Books sind kostenpflichtig</p>
Fiete.ai	<p>Lernsoftware mit AI-basiertem Feedback (Punktevergabe in einzelnen Bereichen) für geschriebene Texte und Aufgaben der Schüler:innen.</p> <p>Ergebnisüberblick für Lehrkräfte</p> <p>Lehrkräfte wählen Kurs und Jahrgang aus und erstellen die Aufgaben und Bewertungskriterien selbst.</p> <p>Fortschrittsbalken zeigt den Lernstand und die nächsten Schritte beim Lernen und Überarbeiten. Überarbeitung der geschriebenen Texte nach Erhalt des Feedbacks und erneute Bewertung.</p>	Überarbeitung der geschriebenen Texte nach Erhalt des Feedbacks und erneute Bewertung.	Deutsch, Geschichte,	<p>Gemeinschaftskunde (textbasierte deutsche Fächer)</p> <p>Kinder ab 4 Jahren</p>	<p>URL: https://www.fiete.ai/</p> <p>Verfügbar im Internetbrowser</p> <p>300 Feedbacks sind kostenlos nutzbar. Die unbegrenzte Nutzung kostet 9,90 € im Monat</p>
Geo Gebra	<p>Dynamische Geometriesoftware. Ermöglicht Berechnungen in Geometrie und Algebra, das Aufstellen von Funktionen, geometrische Zeichnungen.</p> <p>Enthält vorgefertigte Lernmaterialien und Anleitungen für die Benutzung.</p> <p>Funktionen enthalten Grafikrechner, Geometrie, 3D-Grafik, CAS, Tabellenkalkulation, Statistik und einen Prüfungsmodus.</p>	Mathematik	Klassenstufe 5 bis Oberstufe	<p>URL: https://www.geogebra.org/</p> <p>Nutzung über Internetbrowser und als App für iOS, Android, Windows, Mac, Chromebook und Linux (App ermöglicht Offline-Nutzung)</p>	Kostenlos
IDeR-Blog	<p>Lehrt Rechtschreibung mit individuellem Feedback für die Kinder. Fehler sollen selbst reflektiert und nachvollzogen werden. Auf Basis</p>	Deutsche Rechtschreibung	Für Kinder von 8 bis 12 Jahren	URL: https://iderblog.eu/portalstart	Kostenlos

Titel	Funktion der App	Schulfächer	Zielgruppe	Plattform und Datenschutz	Kosten
Kapiert.de	<p>der analysierten Fehler erfasst das System die passenden Fehlerkategorien und empfiehlt entsprechende Übungen.</p> <p>Lernplattform der Westermann-Gruppe</p> <p>Nach anfänglichem Eingangstest wählt das Kind Themen und Lernziele.</p> <p>Zukünftig soll eine KI-gestützte Adaptivität eingebaut werden.</p>	Mathematik, Deutsch und Englisch	SEK I	<p>Verfügbar im Internetbrowser</p> <p>URL: https://www.kapiert.de/</p> <p>Verfügbar im Internetbrowser</p>	Maximale Abolauzeit von 12 Monaten kostet 20,85 € pro Monat
Khan Academy	<p>Nichtkommerzielle Website mit über 13.300 Lernvideos</p> <p>Enthält deutsche (und englische) Video-Tutorials auf YouTube</p> <p>Automatisch generierte Übungsaufgaben, strukturiert nach Schwierigkeitsgraden</p> <p>Peer-to-Peer-Tutoring zur Unterstützung schwächerer Schüler:innen</p>	Mathematik, Naturwissenschaften, Informatik, Geschichte, Wirtschaft	Vorschule bis Oberstufe	<p>URL: https://de.khanacademy.org/</p> <p>Zugang über Internetbrowser oder als App für Android und iOS</p>	Kostenlos
Lautlesetutor	Lautlesetutor fördert Lesekompetenzen. Die Lehrkraft wählt Texte, welche die Schüler:innen laut vorlesen. Die Software erfasst das Gelesene per Mikrofon und wertet es individuell aus. So werden individuelle Lernbedarfe der Schüler:innen aufgezeigt. es individuell aus. So werden individuelle Lernbedarfe der Schüler:innen aufgezeigt.	Deutsch	Grundschule bis 8. Klasse	<p>URL: https://www.laletu.de/home</p> <p>Nutzbar als App für iOS und Android</p>	<p>Diagnose S: Einzellizenz mit 5 Einzeltests und 15 Minuten LaLeTu Fördern für 3,00 €</p> <p>Diagnose M: gleicher Inhalt für 5 Einzellizenzen: 12,50 €</p> <p>Diagnose L: 100 Einzellizenzen, enthält 3 Einzeltests und 180 Minuten LaLeTu Fördern pro Schüler:in für 199,00 €</p> <p>Diagnose XL: 500 Einzellizenzen, enthält 3 Einzeltests und 360 Minuten LaLeTu Fördern pro Schüler:in für 950,00 €</p>
learn-attack	learnattack ist ein digitales Produkt der Cornelsen-Gruppe und bietet über 40.000 von Duden geprüfte Inhalte, die sich	Biologie, Chemie, Deutsch, Englisch, Französisch, Geschichte, Latein,	1. Klasse bis Abitur	URL: https://learnattack.de/	PremiumPlus-Abo mit KI-Nachhilfe-Chat kostet 21,99 € monatlich

Titel	Funktion der App	Schulfächer	Zielgruppe	Plattform und Datenschutz	Kosten
	an den aktuellen Lehrplänen aller 16 Bundesländer orientieren. Lernfortschritte sind im Profil einsehbar.	Mathematik, Physik		Verfügbar im Internetbrowser	
Maphi	Kostenlose Lernapp mit Matheaufgaben und didaktischer Assistenz	Mathematik	SEK I	URL: https://maphi.app/de/ Verfügbar als App für iOS und Android	Kostenlos
Mathe-Battle	Zufallsgenerierung von Matheaufgaben Aufgabenzuweisung durch „Battles“: Es wird eine Anzahl an richtig gelösten Aufgaben als Ziel vorgegeben.	Mathematik	Jahrgangsstufen 5 bis 10	URL: https://www.mathebattle.de/ Zugang über Internetbrowser	Kostenlos
Quizlet	Online-Lernplattform zum Erstellen von digitalen Lernsets in Form von Karteikarten Editieren von Aufgaben nur im Browser möglich	Alle Fachbereiche	Alle Jahrgangsstufen	URL: https://quizlet.com/de Über Webbrowser oder als App auf iOS und Android verfügbar	Kostenlos Bezahlbo QuizletPlus enthält Zusatzfunktionen wie „Lösungswege von Experten“, „Intelligentes Üben“, „Erweiterte Designtools“ zur Aufgabenerstellung und Lernen ohne Werbung.
Rocket-Tutor	RocketTutor ist eine intelligente Lernapp, die Schüler:innen individuelle Lernunterstützung bietet. Mit Lerndatenanalysen und pädagogischer Methodik erstellt der KI-Algorithmus personalisierte Lernpfade. Basierend auf ehemaligen bundeslandspezifischen Lernaufgaben, ist die App u. a. auf Klausurvorbereitung spezialisiert. Lehrkräfte erhalten Einblicke in den Wissenstand der Schüler:innen.	Mathematik	SEK II	URL: https://rocket-tutor.de/ Plattform ist über Internetbrowser nutzbar	Kostenlos
Scobees	Digitales, dynamisches Lernsystem für eigenverantwortliches Lernen. Die Schüler:innen lernen in ihrem eigenen Tempo, sie wählen die Lernpfade frei und dokumentieren diese. „Lernplan, Wochenziel, Reflexion“ ermöglicht die Selbstbeurteilung.		Durch Konfigurationsmöglichkeiten für jede Schulform und alle Fächer nutzbar	Alle Jahrgangsstufen	URL: https://scobees.com/ Plattform ist über Internetbrowser nutzbar Kostenpakete richten sich nach der Größe der Schule

Titel	Funktion der App	Schulfächer	Zielgruppe	Plattform und Datenschutz	Kosten
Serlo	<p>Fortschrittsübersicht für Lehrkräfte</p> <p>Erstellt von einem gemeinnützigem Verein, bildet Serlo eine freie Lernplattform, die von der ehrenamtlichen Redaktion erstellte Lerninhalte anbietet. Die Inhalte sind nach die Lehrpläne von Niedersachsen und Bayern ausgerichtet.</p>	<p>Mathematik, Biologie, angewandte Nachhaltigkeit, Informatik, Chemie</p> <p>(weitere Fächer folgen)</p>	Jahrgangsstufen 5 bis 13	<p>URL: https://de.serlo.org/</p> <p>Zugang über Internetbrowser</p>	Kostenlos
simpleclub	<p>Die Lernapp von simpleclub beinhaltet interaktive Übungen auf Basis von klausurzentrierten Lehrplänen. Sie bietet fertige Zusammenfassungen, 5-minütige Erklärvideos, individuelle Lehrpläne, Übungsaufgaben und originale Abiturprüfungen. simpleclub stellt auch kostenlose Lehrvideos auf YouTube zur Verfügung.</p>	Alle „wichtigen“ Fächer	Klasse 5 bis 13	<p>URL: https://simpleclub.com/</p> <p>Verfügbar als App und im Internetbrowser</p>	<p>Unlimited-Paket kostet 69,99 € jährlich pro Schüler:in.</p> <p>Unlimited-plus-Paket kostet 149,99 € jährlich pro Schüler:in. Beinhaltet AI-Tutor, einen Hausaufgaben-Chat und Zugang für 2 weitere Accounts nach Ablauf der Testphase.</p>
Sofatutor	<p>Lernplattform mit Lehrvideos, Lernzusammenfassungen, interaktiven Übungen, Probe-Klassenarbeiten, Lerngruppen etc.</p> <p>Lerninhalte sind nicht adaptiv</p>	<p>Mathematik, Deutsch, Englisch, Biologie, Physik, Chemie, Latein, Spanisch, Geschichte, Geografie, Französisch, Musik</p>	Vorschule bis Jahrgangsstufe 13	<p>URL: https://www.sofatutor.com/</p> <p>Einwilligung der Erziehungsberechtigten erforderlich</p>	Basis-Abo und Premium-Abo erhältlich im 1-, 6-, 12- und 24-Monats-Abo
Studyly	<p>E-Learning-Plattform für Mathematik, erstellt in Kooperation mit Klett. Enthält über 25.000 Aufgaben mit nachvollziehbaren Rechenwegen. Adaptiv zu den Stärken und Schwächen der Schüler:innen. Lehrkräfte erhalten Einblicke in den Wissensstand.</p>	Mathematik	Jahrgangsstufen 1 bis 13	<p>URL: https://studyly.com/de</p> <p>Über Webbrowser oder als App auf iOS und Android verfügbar</p>	6,95 € pro Schuljahr pro Schüler:in
StudySmarter	<p>StudySmarter ist eine All-in-One-App für Schüler:innen und Studierende. Es können selbst Karteikarten angelegt und Zusammenfassungen erstellt werden.</p>	<p>Biologie, Chemie, Deutsch, Englisch, Französisch, Geografie, Geschichte, Informatik, Kunst, Latein, Mathematik, Physik, Psychologie, Spanisch, Wirtschaft</p>	Alle Jahrgangsstufen	<p>URL: https://www.studysmarter.de/</p> <p>Nutzbar als App für iOS und Android</p>	<p>Kostenlos mit Werbeanzeigen nutzbar.</p> <p>Premiumpakete kostet 9,99 € für einen Monat, 24,99 € für ein Quartal oder 69,96€ für ein Jahr.</p>

Über diese Studie

Das FiBS Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie wurde von der Vodafone Stiftung beauftragt, die Erprobung und den Einsatz sogenannter Intelligenter Tutorieller Systeme (ITS) in Schulen zu untersuchen. Ausgehend von den Wünschen und Erwartungen der befragten Akteur:innen in den Schulen sollte dann ein Leitfaden dafür entwickelt werden, welche Aspekte bei der Implementierung von ITS beachtet werden sollen.

Von Juli 2023 bis Januar 2024 haben wir über 63 Interviews in sieben Bundesländern geführt: mit Mitarbeitenden der Landesinstitute für Bildung und Medien, mit Bildungsministerien und Start-ups, mit Datenschutzbeauftragten, Schulträgern und Schulbuchverlagen. Vor allem aber mit Schulleitungen und Lehrkräften – kurz: mit all denjenigen, die schon Erfahrung mit Intelligenen Tutoriellen Systemen gesammelt haben oder dies gerade tun.

Wir wollten von den Befragten wissen, wie sie an die Softwares gekommen sind, ob sie und ihre Schüler:innen mit ITS zufrieden sind, inwieweit Lernende und Lehrende von ITS profitieren bzw. was im System noch fehlt. Wir haben gefragt, welche Bedarfe und Wünsche die Befragten im Hinblick auf ITS haben und welche Unterstützung die Schulen bei der Implementierung und Nutzung der Softwares brauchen.

Ziel der Studie ist die Analyse der systemischen Gelingensbedingungen für den Einsatz von ITS, nicht die Qualitätsmessung von einzelnen Anbietern. Nicht zuletzt aufgrund der dynamischen Marktentwicklung will die Studie daher auch nicht den Anspruch erheben, die Landkarte digitaler Bildungsanbieter auf diesem Feld für Deutschland komplett abzubilden. Bei der Auswahl der Bundesländer wurden Aspekte wie ost- und westdeutsche Schulsysteme, Stadt- und Flächenstaaten berücksichtigt.

Die Interviews haben wir mit qualitativen Forschungsmethoden systematisch ausgewertet und sind so zu unseren Erkenntnissen und Schlussfolgerungen gelangt. Wir haben Gelingensbedingungen zur erfolgreichen Einführung von ITS an Schulen formuliert und Empfehlungen für Schulen und bildungspolitische Akteur:innen ausgesprochen.

Bei Interesse an einer stärker wissenschaftlich orientierten Auswertung empfehlen wir Ihnen unser zweites Papier, das bildungspolitische Empfehlungen gibt (http://www.vodafone-stiftung.de/vsd_orientierungspapier_lernen_mit_tutoriellen_systemen.pdf). Der vorliegende praxisorientierte Leitfaden hat eher den Anspruch, einen Überblick sowie praktische Tipps für die Anwendung im schulischen Alltag zu geben.

Anmerkung



Literaturverzeichnis

Bettermarks (2024a):

Bettermarks. Das adaptive Lernsystem für Mathematik.

Online verfügbar unter <https://de.bettermarks.com/>, zuletzt geprüft am 04.03.2024.

Bettermarks (2024b):

Dataport Bildungscloud.

Online verfügbar unter <https://docs.dbildungscloud.de/display/SCDOK/Bettermarks>, zuletzt geprüft am 04.03.2024.

Constructor (2024):

For schools.

Online verfügbar unter <https://constructor.tech/solutions/schools>, zuletzt geprüft am 04.03.2024.

Deutscher Bildungsserver (2024):

Adaptives Lernen mit Area9 Rhapsode.

Online verfügbar unter https://www.bildungsserver.de/onlineresource.html?onlineresourcen_id=64455, zuletzt geprüft am 04.03.2024.

Feedbook (2024a):

FeedBook. Ein interaktives Schulbuch für den englischen Fremdsprachenunterricht. Uni Tübingen.

Online verfügbar unter <https://sfs.uni-tuebingen.de/feedbook/de.html>, zuletzt geprüft am 04.03.2024.

Feedbook (2024b):

Informationen zur Interact4School-Studie für Schüler:innen und Eltern.

Online verfügbar unter <https://interact4school.de/studie-suseltern/>, zuletzt geprüft am 04.03.2024.

forsa (2023):

Einsatz von Intelligenten Tutorensystemen an Schulen in Deutschland. Ergebnisse einer repräsentativen Befragung von Schulleitungen. Hg. v. forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH.

Franke, Sarah; Spang, Esther (2024):

Pioniere des Wandels. Wie Schüler:innen KI im Unterricht nutzen möchten. Hg. v. Vodafone Stiftung Deutschland.

Online verfügbar unter <https://www.vodafone-stiftung.de/jugendstudie-kuenstliche-intelligenz/>, zuletzt geprüft am 20.03.2024.

Kohn, Juliane; Rauscher, Larissa; Kucian,

Karin; Käser, Tanja; Wyschkon, Anne;

Esser, Günter; Aster, Michael von (2020):

Efficacy of a Computer-Based Learning Program in Children With Developmental Dyscalculia. What Influences Individual Responsiveness? In: *Frontiers in Psychology* (11), Artikel 1115.

Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7373797/>, zuletzt geprüft am 04.03.2024.

Meurers, Detmar; Kuthy, Kordula de;

Nuxoll, Florian; Rudzewitz, Björn; Ziai,

Ramon (2019a):

KI zur Lösung realer Schulherausforderungen: interaktive und adaptive Materialien im Fach Englisch.

In: *Schulmanagement-Handbuch*, Bd. 169, S. 65–84.

Meurers, Detmar; Kuthy, Kordula de; Rud-

zewitz, Björn; Ziai, Ramon (2019b):

Scaling Up Intervention Studies to Investigate Real-Life Foreign Language Learning in School.

In: *Annual Review of Applied Linguistics* (39), S. 161–188.

online schule saarland (2024): Area9 Rhapsode™.

Pilotprojekt für den Mathematikunterricht.

Online verfügbar unter <https://online-schule.saarland/unterrichten/digitale-bildungsmedien/area-9/>, zuletzt geprüft am 04.03.2024.

Scharnagl, Susanne; Evanschitzky, Petra;

Streb, Judith; Spitzer, Manfred; Hille,

Katrin (2014):

Sixth Graders Benefit from Educational Software when Learning about Fractions: A Controlled Classroom study.

In: *Numeracy. Advancing Education in Quantitative Literacy* (7), Artikel 4. DOI: 10.5038/1936-4660.7.1.4.

Wintergerst, Ralf (2023):

Digitale Schulen aus Perspektive von Schülerinnen und Schülern.

Hg. v. Bitkom.

Impressum

Über die Vodafone Stiftung

Die digitale Welt aktiv zu gestalten, erfordert neue Kompetenzen. Wir müssen neue Technologien verstehen, Veränderungen kritisch hinterfragen und gemeinsam kreative Lösungen für die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts schaffen. Deshalb denkt die Vodafone Stiftung Bildung für die digitale Gesellschaft neu. Gemeinsam mit Vorreiter:innen aus Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft forschen wir, engagieren uns in gesellschaftspolitischen Debatten und entwickeln innovative Bildungsangebote.

www.vodafone-stiftung.de

Herausgeberin

Vodafone Stiftung Deutschland gGmbH

Ferdinand-Braun-Platz 1

40549 Düsseldorf

www.vodafone-stiftung.de

Geschäftsführung: Marc Konarski, Matthias Graf von Kielmansegg

Projektleitung

Sarah Franke, sarah.franke@vodafone-stiftung.de

Unter Mitarbeit von Ande Eitner, Sophie Grebner und Johanna Engelhardt

Gestaltung und Illustration

Tau GmbH, www.tau-berlin.de

Bildnachweise

Matthias Graf von Kielmansegg: [@steffen-boettcher](#); Sarah Franke:

[@steffen-boettcher](#); Esther Spang: [@steffen-boettcher](#)

Lektorat

Katja Lange, Hamburg / richtiggut.com