

Digitale Transformation des Lernens

Mehr Bildungserfolg an öffentlichen Schulen

Handbuch

Jürgen Biffar
Heiner Böttger



Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über dnb.dnb.de abrufbar.

Texte: © Copyright by Jürgen Biffar

Verlag: Stiftung Digitale Bildung
Birkenweg 34b, 82110 Germering, Deutschland
info@dig-edu.org

Druck: Flyeralarm GmbH
Alfred-Nobel-Str. 18, 97080 Würzburg
Printed in Germany

ISBN 978-3-943318-24-1

Einführung

Als Digitale Transformation wird die wesentliche Weiterentwicklung wichtiger Bereiche der Gesellschaft durch Digitalisierung bezeichnet. Mit der Digitalen Transformation des Lernens werden Schülerinnen und Schüler unserer öffentlichen Schulen deutlich mehr Lernerfolg erzielen und das allgemeine Bildungsniveau steigt.

Der Staat hat in den vergangenen Jahren viele Milliarden in den Ausbau der digitalen Schul-Infrastruktur und in Endgeräte für Lehrende und Lernende investiert. Es fehlt aber weiterhin an Software für digitales Lernen. Unstrittig ist mittlerweile, dass die Vermittlung von Wissen mit hochwertiger Lernsoftware wesentlich effektiver wird. Komplexe Zusammenhänge werden leichter verständlich, die Aufmerksamkeit der Lernenden wird besser gebunden und Wissen nachhaltiger verarbeitet und verfestigt. Lernen erfolgt verstärkt selbstgesteuert durch die Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte werden entlastet und effektivere Unterrichtsmodelle möglich.

Das vorliegende Handbuch zur Digitalen Transformation des Lernens zeigt Verantwortlichen und Interessierten im Bereich der öffentlichen Schulen auf, wie ein Zustand erreicht werden kann, in dem hochwertige Lernsoftware flächendeckend an öffentlichen Schulen eingesetzt wird. Es gliedert sich in drei sich ergänzende Fachartikel:

- Im ersten Artikel **Lernsoftware für öffentliche Schulen** wird grundsätzlich in Lernsoftware eingeführt, wie sie zur Steigerung des Lehr- und Lernerfolgs beiträgt und welche Anforderungen sie erfüllen muss.
- Der zweite Artikel **Systemaufbau Digitaler Lehrwerke** erklärt den Systemaufbau in für technische Laien verständlicher Sprache. Um notwendige Maßnahmen zur Förderung des digitalen Lernens richtig einschätzen zu können, ist ein Grundverständnis für die technischen Komponenten solcher Lehrwerke wichtig.
- Der dritte Fachartikel **Ökosystem für hochwertige Lernsoftware** beschreibt, wie ein Markt zur nachhaltigen Versorgung der Schulen mit sehr guter Lernsoftware entsteht. Die empfohlenen Maßnahmen sind in vier Phasen über einen Zeitraum von acht Jahren gegliedert. Die Existenz eines solchen Ökosystems markiert gleichzeitig den Abschluss einer erfolgreichen Digitalen Transformation des Lernens an öffentlichen Schulen.

Schließlich ergänzt im **Anhang** ein detaillierter Katalog mit Anforderungen an hochwertige digitale Lehrwerke das Handbuch.

Dem eiligen Leser wird empfohlen, nach der Lektüre des ersten, einführenden Fachartikels zunächst das Management-Summary des dritten Fachartikels zum Ökosystem (PDF-Seite 33) zu lesen.

*) Den Autoren ist sehr an einer geschlechtergerechten Sprache gelegen. Wo im Text aus Lesbarkeitsgründen auf das generische Maskulinum ausgewichen wird, ist in jedem Fall auch die weibliche Form gleichberechtigt gemeint.

Autoren

Jürgen Biffar studierte BWL an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Noch vor dem erfolgreichen Abschluss des Studiums gründete er 1988 in Germering das Softwareunternehmen DocuWare und baute es gemeinsam mit seinem Partner zu einem weltweit führenden Anbieter von Software für Dokumentenmanagement aus. Bei seinem Ausscheiden im Jahr 2019 zählte das Unternehmen über 300 Mitarbeiter und vertrieb seine Cloud-basierten Lösungen über mehr als 500 Vertriebspartner in aller Welt.

Als Vater zweier schulpflichtiger Töchter widmet er sich ab 2018 dem Thema digitales Lernen. Gemeinsam mit Heiner Böttger initiierte er ein Studienprojekt an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt, das 2019 zur Gründung der gemeinnützigen Stiftung Digitale Bildung führte. Dort verantwortet er die Entwicklung digitaler Lehrwerke, im Team mit zeitweise bis zu 100 Studierenden und Lehrenden der Universität, Lehrkräften öffentlicher Schulen sowie User-Experience-Spezialisten und professionellen Softwareentwicklern.

Im privaten Ehrenamt engagiert er sich seit 2010 als Vorsitzender des Arbeitskreis Schule-Wirtschaft seiner Heimatstadt Germering sowie seit 2016 für die technisch-digitale Bildung von Kindern, vor allem Mädchen.

Heiner Böttger ist nach über 13 Jahren als Haupt- und Realschullehrer seit 2007 Professor für die Didaktik der englischen Sprache und Literatur an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt.

Sein Forschungsinteresse konzentriert sich auf (fremd-)sprachenrelevante, beweisbasierte und ganzheitliche Lehr-/Lernprozesse in spracherwerbssensiblen Entwicklungsphasen. Er untersucht, wie Kinder und Jugendliche kommunikative Kompetenzen erwerben, welche Strategien sie dabei verwenden, welche neuronalen Prozesse im Gehirn der sprachlichen Entwicklung zugrunde liegen und welche Gegebenheiten für den Erwerb von Sprachen notwendig sind.

Gemeinsam mit Jürgen Biffar entwickelt und optimiert er seit 2018 ein didaktisches Konzept für digitale Lehrwerke der nächsten Generation.

Er ist ein Verfechter der selbstverständlichen Selbstverpflichtung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die Ergebnisse ihrer Studien einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

 Stiftung Digitale Bildung Digital Education Foundation www.digi-edu.org  KATHOLISCHE UNIVERSITÄT EICHSTÄTT-INGOLSTADT Didaktik Englisch English Didactics https://www.ku.de/slf/anglistik-amerikanistik/didaktik-der-englischen-sprache-und-literatur	<h2>Lernsoftware für öffentliche Schulen</h2>		
	Kategorisierung und Erfolgsfaktoren		
	<i>Fachartikel</i> <i>Version 1.1</i>	Stand:	März 2022
Verfassende:	Jürgen Biffar, Stiftung Digitale Bildung Heiner Böttger, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt		

Zusammenfassung

Die Herausforderungen der Zukunft sind in einem Land wie Deutschland nur mit einem sehr hohen Bildungsniveau auf allen gesellschaftlichen Ebenen zu meistern. Digitalisierung kann und muss an unseren öffentlichen Schulen einen wesentlichen Beitrag dazu leisten. Sie darf sich dort aber keinesfalls in der Beschaffung von Internetzugängen, WLAN und Tablets erschöpfen, das ist nur der Anfang. Erst der Einsatz sehr guter digitaler Lernmittel, entwickelt nach den Erkenntnissen moderner Pädagogik und Didaktik, führt zu einem echten Nutzen der Digitalisierung.

Entsprechend hochwertige Lernsoftware kann den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler sowie den Lehrerfolg der Lehrkräfte signifikant steigern. Wird solche Software erfolgreich flächendeckend eingesetzt, steigt auch das allgemeine Bildungsniveau.

Der hier vorliegende, erste von drei Fachartikeln kategorisiert das Angebot von Lernsoftware für öffentliche Schulen und benennt die Erfolgsfaktoren.

Im zweiten Fachartikel „Systemaufbau Digitaler Lehrwerke“ wird der technische Aufbau digitaler Lehrwerke einfach und verständlich beschrieben.

Der dritte Fachartikel „Ökosystem für hochwertige Lernsoftware“ zeigt den Weg auf, wie ein Markt geschaffen werden kann, in dem ein dauerhafter Wettbewerb um das Angebot der besten Lernsoftware für öffentliche Schulen stattfindet.

1. Digitalisierung muss den Menschen dienen

Führt die Digitalisierung von Methoden und Prozessen zu wesentlichen Verbesserungen für die Menschen und die Gesellschaft insgesamt, spricht man von Digitaler Transformation. Um eine solche Verbesserung im Bildungswesen zu erreichen, müssen entsprechende Werkzeuge die folgenden, skizzierten Wirkungen erzielen.

- **Komplexe Zusammenhänge werden leichter verstanden und verarbeitet.**

Einmal nach didaktischen Standards erarbeitet, multimedial erklärt und mit Möglichkeiten zum Selbst-Ausprobieren ergänzt, werden auch komplexe Regeln und Sachverhalte für alle Lernenden verständlich. Insbesondere die Gefahr, den Anschluss in Fächern zu verlieren, so erfahrungsgemäß in Mathematik und anderen MINT-Fächern, kann dadurch minimiert werden.

- **Konzentration und Motivation steigen.**

Mithilfe von hochwertigen Grafiken, interessant und spannend dargestellten Inhalten sowie ständigen Interaktionsmöglichkeiten zwischen Software und Lernenden, kann Neugier auch für Lerninhalte, die zunächst möglicherweise weniger interessant wirken, geweckt werden.

- **Lerninhalte werden dauerhaft memoriert.**

Multisensorisches Interagieren, also Hören, Sehen, Sprechen und Schreiben, wird wechselseitig nötig und Inhalte damit vielschichtig kodiert. So können beispielsweise Vokabeln, Fachbegriffe und andere Wissensbestände leichter langfristig behalten werden.

- **Lernschwächere und -stärkere werden differenziert gefördert.**

Aus einer Vielzahl von Vermittlungsverfahren (z.B. Übungsaufgaben) werden den einzelnen Lernenden automatisch die entsprechend ihrer Fähigkeiten am besten geeigneten angeboten, um so individuell an die Lernstände anzuknüpfen. Fördern und fordern werden dabei ideal ausbalanciert.

- **Lehrkräfte und Eltern können effektiver partizipieren.**

Lernsoftware misst den individuellen Lernfortschritt permanent und kommuniziert ihn in pädagogisch selektierten Informationen an Schüler, Lehrkräfte und Eltern. Eltern und Lehrkräfte können dadurch schnell und gezielt persönlich unterstützen.

- **Mehr Freiraum durch selbstständige Kompetenzerarbeitung.**

Die Lenkungsfunktionen von Lernsoftware, in Verbindung mit impliziten Aufgabenformaten, ermöglichen den selbstständigen Erwerb von Wissen durch die Lernenden. Das schafft Freiraum für die Wissensvertiefung und den Erwerb von Sozialkompetenzen im Präsenzunterricht, ermöglicht neue Unterrichtsmodelle und überbrückt einen möglichen Ausfall von Lehrkräften oder Unterrichtsstunden.

2. Kategorien von Lernsoftware

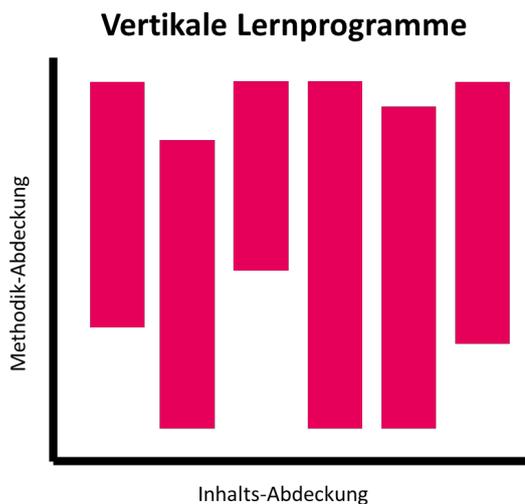
Derzeit verfügbare Lernsoftware kann in drei Kategorien eingeteilt werden:

- a) *Vertikale Lernprogramme* mit tiefem Fokus auf bestimmte thematische Inhalte,
- b) *horizontale Lernprogramme* mit Fokus auf ausgewählte Methoden zur Kompetenzvermittlung,
- c) *digitale Lehrwerke* mit ganzheitlichem Anspruch.

Dabei ist der Übergang zwischen den Kategorien fließend, wie aus den folgenden Beschreibungen ersichtlich wird.

2.1. Vertikale Lernprogramme: Fokus auf ausgewählte Inhalte

Lernsoftware, deren Fokus auf einem bestimmten Thema oder Lerninhalt liegt, sind vertikale Lernprogramme. Sie unterstützen vor allem die Vermittlung von Wissen und Kompetenzen, zum Beispiel eines Dreisatzes in der Mathematik oder der Osmose in der Biologie. Zahlenmäßig machen vertikale Lernprogramme den mit Abstand größten Teil der angebotenen Lernsoftware aus. Es gibt sie in unterschiedlichsten Ausprägungen, vom einfachen Erklärvideo bis zum aufwändigen interaktiven Lernwerkzeug. Nicht nur die Methode der Vermittlung, auch die Qualität der Programme variieren stark und damit auch der Beitrag, den sie zum Lernerfolg leisten können.



Vertikale Lernprogramme werden erstellt von

- digital affinen Lehrkräften,
- pädagogisch interessierten Medien- und Softwareschaffenden,
- Hochschul- und Forschungseinrichtungen,
- Bildungsverlagen und
- kommerziellen Anbietern von Bildungssoftware.

Manche Anbieter decken mit ihrem Lernprogramm einen ganzen Themenbereich ab oder sie bieten ein Set aus Programmen mit einheitlicher Benutzerführung an, die im Idealfall im Sinne eines ganzheitlichen Lehrwerks (s.u.) miteinander verknüpft sind.

Die Qualität der Programme hängt von der fachlichen, didaktischen und technischen Expertise der Erstellenden und von den verfügbaren finanziellen Mitteln ab. Nachdem die Beschaffungswege für

vertikale Lernprogramme und die Möglichkeiten der Schulen, dafür Geld auszugeben, sehr stark variieren, hat sich noch kein transparenter Markt gebildet.

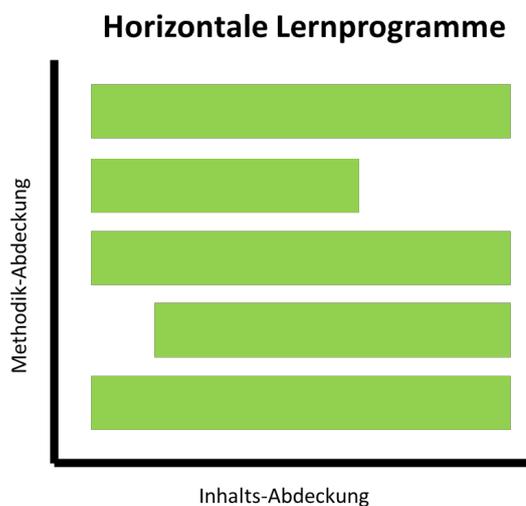
Setzen Lehrkräfte gute vertikale Lernprogramme konsequent im Unterricht ein, kann wertvoller Lernfortschritt erzielt werden. Die Verantwortung, die richtigen Programme zu finden, sie bereitzustellen und die Schülerinnen und Schüler in deren Benutzung zu unterweisen liegt bei der einzelnen Lehrkraft. Der tatsächliche Lernerfolg hängt damit stark von der digital-didaktischen Kompetenz der Lehrkräfte ab.

Beispiele für vertikale Lernprogramme (kleine Auswahl):

	Uhrzeit-Trainer	Programm zum Erlernen der Uhrzeit von Norbert Römer, 8€ für die Einzellizenz, 17€ für die Schullizenz.
	EOS 2	Kostenloses Tool von Peter Schneider zur objektorientierten Programmierung, einsetzbar für Schülerinnen und Schüler ab der 6. Klasse.
	Zirkel und Lineal	Kostenloses Konstruktionsprogramm für geometrische Objekte von Dr. René Grothmann.
	Notentrainer – Noten lesen lernen	Kostenloses Programm von Norbert Römer mit Highscoreliste.

2.2. Horizontale Lernprogramme: Fokus auf ausgewählte Methoden

Lernsoftware, die auf eine oder wenige Vermittlungsmethoden spezialisiert ist und dabei einen umfassenden Themenbereich oder ein ganzes Schuljahr abdeckt, nennen wir horizontale Lernprogramme. Sie dienen immer der Ergänzung bestehender Lehrmethoden, in der Regel der Einübung und Vertiefung des im Unterricht vermittelten Wissens.



Prominentestes Beispiel sind digitale Aufgabensammlungen, wie sie zunehmend von Lehrbuchverlagen angeboten werden. Sie wurden meist von vorhandenen Aufgabenheften

abgeleitet und werden von Lehrkräften ergänzend zum Schulbuch im Unterricht oder als Hausaufgabe eingesetzt.

Vorteil zur analogen Sammlung von Übungsaufgaben ist, dass die Schülerinnen und Schüler vom Programm sofort Feedback bekommen, ggf. auch mit differenzierten Tipps, die bei einem neuerlichen Versuch zur richtigen Antwort führen. Das motiviert und bindet die Aufmerksamkeit. Gute horizontale Lernprogramme variieren ihre Aufgabenarten, Schwierigkeitsgrade und die Grafik, um Langeweile zu vermeiden.

Horizontale Lernprogramme dienen vor allem der Festigung des Lernstoffes, die eigentliche Wissensvermittlung obliegt weiterhin der Lehrkraft. Die Angebote der Schulbuchverlage decken meist einen kompletten Lehrplan ab, die Lehrkraft muss sich nur einmal für den Einsatz entscheiden und hat dann einen digitalen Begleiter für das ganze Schuljahr. Technisch ist dadurch auch eine laufende Messung des Lernfortschritts möglich mit entsprechender Info an Schüler, Lehrer und Eltern.

Auch marktführende Sprachlernsoftware wird den horizontalen Lernprogrammen zugeordnet. Sie haben in der Regel einen Fokus auf dem Vokabellernen und auf der Sprachanwendung durch praktisches Üben mit wiederkehrenden Methoden. Sprachlernsoftware wäre mit ihrem inhaltlichen Fokus auch den vertikalen Lernprogrammen zuordenbar. Da sie aber im Schulunterricht eher lernbegleitend während eines ganzen Schuljahres eingesetzt wird, fällt an dieser Stelle die Entscheidung für die horizontale Einordnung.

Die horizontalen Lernprogramme der Schulbuchverlage lassen sich relativ einfach für den Einsatz im Unterricht lizenzieren, da sich der Beschaffungsweg und das Preismodell an den Schulbüchern orientiert. Daher kann man hier von einem gewissen Markt sprechen, auf dem die etablierten Verlage über ihre Vertriebswege anbieten. Neue Anbieter finden nur schwer Zugang zu diesem Markt, da ihnen der Bezug zu den etablierten Schulbüchern fehlt und dieser aus urheberrechtlichen Gründen nur schwer herstellbar ist. Da es nur jeweils zwei bis drei marktführende Schulbuchverlage je Schulfach und Bundesland gibt, ist der Wettbewerb um sehr gute, innovative horizontale Lernprogramme eher gering.

Die sehr erfolgreichen Sprachlernprogramme (z.B. Babbel, Duolingo) sind nicht an den Schulen einsetzbar: Grammatik und Landeskunde decken sie nicht lehrplangerecht ab und parallel zum Schulbuch sind sie wegen der abweichenden Inhalte nicht einsetzbar. Daher haben sie ihren Markt in der Erwachsenenbildung gesucht und gefunden.

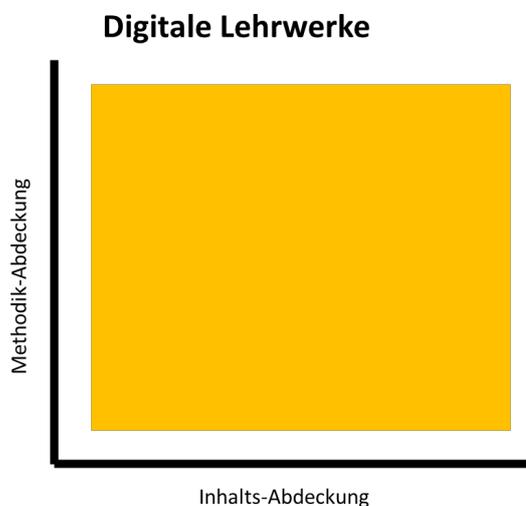
Beispiele für horizontale Lernprogramme:

	Solocode GmbH www.anton.app	Sammlung von Übungsaufgaben und Lernspielen mit Feedback und Zuweisungsfunktion für Lehrkräfte, Verfügbar für Jahrgangsstufen 1 bis 10
	Bettermarks GmbH www.bettermarks.com	Sammlung interaktiver Mathematik-Aufgaben mit individuellem Feedback für Schüler und Lernfortschritts-Monitoring für Lehrkräfte; Verfügbar für Jahrgangsstufen 4 bis 11
	Phase-6 GmbH www.phase-6.de	Vokabeltrainer, angepasst für alle gängigen Fremdsprach-Schulbücher

	Cornelsen Verlag GmbH www.scook.de	Interaktive Übungen zum Arbeitsheft, die abgestimmt auf das Lehrwerk sind; Differenzierungsmöglichkeiten bereiten auf Tests und Klassenarbeiten vor.
---	--	--

2.3. Digitale Lehrwerke: Fokus auf Ganzheitlichkeit

Digitale Lehrwerke erheben den Anspruch, die Stärken vertikaler und horizontaler Lernprogramme in sich zu vereinen und dabei die inhaltlichen und die methodischen Anforderungen eines Lehrplans für ein komplettes Schuljahr abzudecken. Sie sind an keine analogen Lernmittel gebunden und setzen im Idealfall die jeweils didaktisch geeignetsten Techniken durchgängig ein, um den Lehr- und Lernerfolg über das gesamte Schuljahr zu maximieren.



Die Stoffverteilung eines digitalen Lehrwerks erfolgt ähnlich wie im Schulbuch in Kapiteln und Lektionen. Jede Lektion strebt danach, durch der Lebenswelt der Lernenden entnommene Geschichten („Stories“) und permanente Interaktion die Aufmerksamkeit zu binden und mit den jeweils geeignetsten Techniken die Zusammenhänge zu vermitteln.

Die Lektionen bauen aufeinander auf, entsprechend der geforderten Lernprogression. Der Lernfortschritt kann kontinuierlich gemessen und von Schülern, Lehrern und Eltern verfolgt werden. Geeignete Algorithmen oder die Lehrkräfte selbst spielen anhand der Messungen ergänzende Aufgaben für schwächere und stärkere Schülerinnen und Schüler ein. Gute Benutzerführung für Lehrkräfte und Schüler vorausgesetzt, kann das Lernen selbstständig und idealerweise selbstreguliert vom Schüler oder der Schülerin erfolgen.

Ganzheitliche Digitale Lehrwerke bieten einen hohen Mehrwert, wo grundlegendes Wissen und Basisfähigkeiten erlernt werden müssen und wo Schülerinnen und Schüler bereits bis zu einem gewissen Grad selbstständig arbeiten können. Hier kann die Wissensvermittlung auf die Software verlagert werden (z.B. in Hausaufgabenzeiten), während sich die Lehrkräfte auf die Wissensvertiefung, die Entwicklung von Lösungskompetenz und die individuelle Förderung kommunikativ-sozialer Fähigkeiten konzentrieren. Typische Fächer sind Fremdsprachen und MINT-Fächer, aber auch Grundlagen der Gesellschaftswissenschaften. Dies jeweils in den Jahrgangsstufen 5 bis 10 aller Schularten.

Nach dem Übertritt an die weiterführenden Schulen und mit dem Einsetzen der Pubertät erleben die Kinder und Lehrkräfte eine zunehmend herausfordernde Phase im Schulleben. Ganzheitliche digitale Lehrwerke können ihre Stärken hier ausspielen und Lehrkräften zu maximalem Lehrerfolg verhelfen. Spätestens in der gymnasialen Oberstufe stehen die Selbstständigkeit beim Kompetenzerwerb und die Vertiefung im Vordergrund, der stark leitende Charakter ganzheitlicher Lehrwerke ist dann weniger notwendig. Zur Förderung des Lernerfolgs in der Oberstufe reichen gut ausgewählte, vertikale Lernprogramme meist aus.

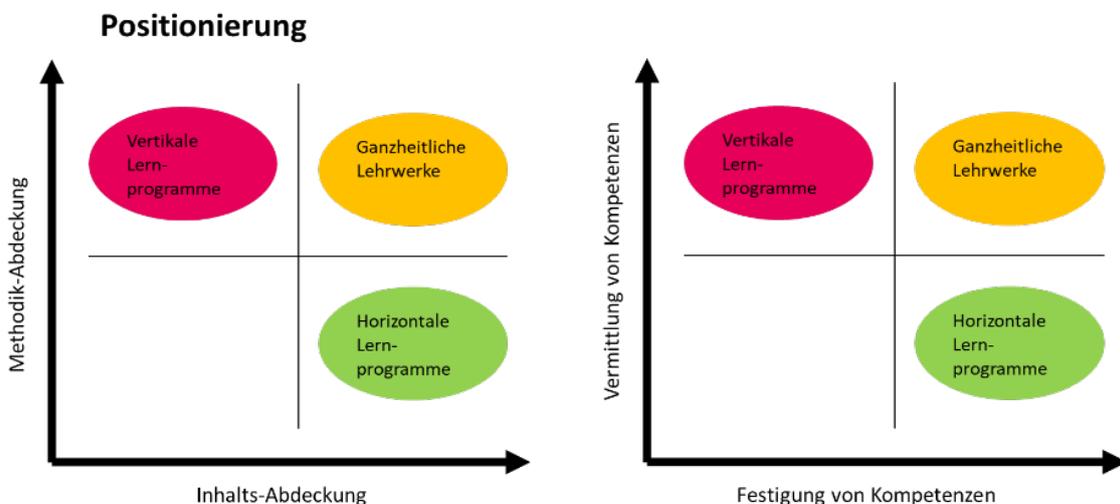
Der Entwicklungsaufwand digitaler Lehrwerke ist wegen des ganzheitlichen, optimierten Anspruchs um ein Vielfaches höher als bei den spezialisierten vertikalen oder horizontalen Lernprogrammen. Nach groben Schätzungen liegen die Kosten für die Neuentwicklung hochwertiger digitaler Lehrwerke mindestens viermal so hoch, wie bei der Neuentwicklung eines den Lehrplan abdeckenden Schulbuches.

Beispiele für Digitale Lehrwerke:

	<p>Brainix GmbH www.brainix.org</p>	<p>Wissensvermittlung mit methodischer und inhaltlicher Abdeckung eines Lehrplans, derzeit für Mathematik und Englisch 6. Jahrgangsstufe Gymnasium in Bayern verfügbar, Mittelstufe und weitere Jahrgangsstufen in Vorbereitung.</p>
	<p>Ernst Klett Verlag GmbH www.klett.de/inhalt/digitaler- unterrichtsassistent/158095</p>	<p>Digitales Schulbuch und digitale Arbeitsblätter, Lösungsdateien und (analoge) Zusatzmaterialien.</p>

3. Die Kategorien im Vergleich

Lernsoftware-Angebote in den drei Kategorien positionieren sich also dahingehend unterschiedlich, in welchem Umfang sie einerseits verfügbare digitale Methoden zur Vermittlung und andererseits die Themen und Inhalte des Lehrplans abdecken.



Die nachfolgende, detailliertere Übersicht ergibt sich aus den vorangegangenen Beschreibungen. Bei den einzelnen Bewertungen wird von einem „Best in Class“-Anspruch der jeweiligen Software ausgegangen.

	Vertikales Lernprogramm	Horizontales Lernprogramm	Digitales Lehrwerk
Inhaltliche Lehrplanabdeckung	Partiell (Spezialisierung auf ausgewählte Themen)	Vollständig (I.d.R. als Ergänzung zu vorhandenen Lernmitteln konzipiert)	Vollständig (Abgeleitet vom ganzheitlichen Anspruch)
Methodische Lehrplanabdeckung	Vollständig (Im Rahmen der inhaltlichen Fokussierung werden die didaktisch sinnvollen Methoden angewandt)	Partiell (Meist nur eingeschränktes Set an Methoden angeboten)	Vollständig (Abgeleitet vom ganzheitlichen Anspruch)
Einfache Vermittlung komplexer Zusammenhänge	Gut	Mittel (Fokus i.d.R. auf dem Verfestigen des Gelernten)	Gut
Verfestigung des Lernstoffes	Mittel (Fokus weniger auf Üben)	Gut	Gut
Bindung der Aufmerksamkeit	Gut	Mittel (Häufig gleichförmig, keine Rahmenhandlung, meist geringer Grafikaufwand)	Gut
Monitoring des Lernfortschritts	Eingeschränkt (Nur innerhalb des Themas)	Gut (Wenn geeignete Funktionen vorhanden)	Gut
Feedback-System	Gut	Gut	Gut
Aufwand für die Implementierung	Groß (Auswahl und technische Einführung der einzelnen Programme erfordern hohe digital-didaktische Kompetenz)	Gering (Entscheidung und Einführung nur einmal zu Schuljahresbeginn)	Gering (Entscheidung und Einführung nur einmal zu Schuljahresbeginn)
Neuer Freiraum für Lehrkräfte	Gering (Ergänzung bestehender Lernmittel)	Gering (Ersatz für bestehende, ergänzende Lernmittel)	Groß (Entlastung von Wissensvermittlung)
Kosten der Softwareerstellung	Variabel (Abhängig von inhaltlichem Umfang und didaktischer Qualität)	Mittel (Standardisierte Methoden, i.d.R. Rückgriff auf bestehenden Content)	Hoch (Komplette Lehrplanabdeckung und didaktisch optimierte Methodenvielfalt)

Die Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt hat einen umfassenden Anforderungskatalog für hochwertige digitale Lehrwerke zusammengestellt, der die Anforderungen aus Sicht von Schülern, Lehrern und Schulen beleuchtet. Der Katalog kann u.a. sowohl bei der Formulierung von offiziellen Ausschreibungsanforderungen als auch bei der Auswahl der am besten geeigneten Lernsoftware helfen.

Link zum Anforderungskatalog:

https://d2f7ad1d-becf-4ef0-9ec9-ce4d79d4c676.filesusr.com/ugd/722685_6c8c0abd9848475dbe057eec696f0b4a.pdf

4. Fazit

Die vorliegende Kategorisierung und Bewertung entstand beginnend mit einem Studienseminar im Wintersemester 2018/19 an der Katholischen Universität Eichstätt, bei dem der Markt für unterrichtlich geeignete Lernsoftware erstmals sondiert und analysiert wurde. Die Erkenntnisse wurden seitdem durch fortlaufende Untersuchungen erweitert und anhand von Beobachtungen bei der Erstellung des digitalen Lehrwerks „Brainix“ und dessen Erprobung in der Schulpraxis ergänzt.

Der Bildungserfolg kann, so die Erkenntnis, durch den konsequenten Einsatz hochwertiger Lernsoftware an öffentlichen Schulen wesentlich gesteigert werden. Die Qualität der jeweiligen Software bestimmt immer den tatsächlichen Lernerfolg, unabhängig davon, ob vertikale oder horizontale Lernprogramme oder ganzheitliche digitale Lehrwerke eingesetzt werden. Die Qualität wird durch den Aufwand und damit die Kosten für die Erstellung sowie einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess bestimmt. Hersteller sind bereit, Aufwand und Kosten zu tragen, wenn ein Markt vorhanden ist, auf dem die resultierenden Produkte zu angemessenen Preisen verkauft werden können. Dieser Markt existiert nur sehr partiell und für ganzheitliche Lehrwerke aktuell gar nicht, da es von Seiten der Schulen noch keine ausreichende Nachfrage verbunden mit der erforderlichen Finanzierung durch die Sachaufwandsträger gibt.

Die Nachfrage ist deshalb nicht vorhanden, da die Lehrkräfte in der Breite noch nicht vom Nutzen eines umfassenden Einsatzes digitaler Lernmittel überzeugt sind. Diese Zurückhaltung wiederum resultiert aus einem noch nicht in ausreichender Qualität verfügbarem und erprobtem Angebot. Die Wirtschaft spricht hier von einem Henne-Ei-Problem, Angebot und Nachfrage müssen erst noch geschaffen werden, bevor ein fruchtbarer Wettbewerb der Lehr-/Lernmittelanbieter entstehen kann.

Im Bereich der freien Wirtschaft entstehen hochwertige digitale Angebote oft, wenn Unternehmen an einen Markterfolg glauben, entsprechend investieren und mit geeignetem Marketing ihre Abnehmer im freien, ggf. auch globalen Markt finden. Im regulierten und regional fragmentierten Markt für Lernmittel passiert das nicht.

Bekannte Beispiele sind die bereits genannten Sprachlernprogramme Babbel und Duolingo, die inzwischen weltweit erfolgreich an Erwachsene vermarktet werden. Im Schulumfeld haben sie keine Bedeutung, unter anderem, weil sie sich funktional inzwischen immer stärker an den spezifischen Bedürfnissen ihrer erwachsenen Kundschaft orientieren.

Ein Markt für hochwertige Lernsoftware an Schulen muss demnach erst entstehen. Im zweiten Fachartikel dieser Reihe wird der technische Aufbau von digitalen Lehrwerken und Lernprogrammen in den Ebenen Rechenzentrum/Cloud, Grundplattform, Lernplattform und eigentlicher Lernsoftware einfach verständlich erklärt. Der dritte Fachartikel schließlich erörtert, wie ein Markt für hochwertige Lernsoftware entstehen kann und damit ein Ökosystem, das Anbieter zur Investition in sehr gute, innovative Produkte für die Steigerung des Lehr- und Lernerfolges motiviert.

 <p>Stiftung Digitale Bildung Digital Education Foundation www.digi-edu.org</p>  <p>KATHOLISCHE UNIVERSITÄT EICHSTÄTT-INGOLSTADT Didaktik Englisch English Didactics https://www.ku.de/slf/anglistik-amerikanistik/didaktik-der-englischen-sprache-und-literatur</p>	<h1>Systemaufbau Digitaler Lehrwerke</h1>		
	<p><i>Fachartikel</i></p> <p><i>Version 1.1</i></p>	<p>Stand:</p>	<p>März 2022</p>
<p>Verfassende:</p>	<p>Jürgen Biffar, Stiftung Digitale Bildung Heiner Böttger, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt</p>		

Dieser zweite von drei Fachartikeln soll auch für nicht direkt mit der Materie Vertraute den technischen Aufbau Digitaler Lehrwerke verständlich erklären.

Im ersten Fachartikel „[Lernsoftware für öffentliche Schulen](#)“ wurde grundsätzlich in das Thema Lernsoftware und deren Nutzen eingeführt.

Der dritte Fachartikel „Ökosystem für hochwertige Lernsoftware“ beschreibt, wie ein innovativer Markt geschaffen werden kann, in dem ein dauerhafter Wettbewerb von Verlagen, Softwarehäusern und Spezialisten aus Bildung und Forschung um das Angebot der besten Lernsoftware für öffentliche Schulen stattfindet.

Zusammenfassung

Als „Digitale Lehrwerke“ wird Software bezeichnet, die das Vermitteln und den Erwerb von Kompetenzen ermöglichen, entsprechend der inhaltlichen und der methodischen Vorgaben eines gesamten Lehr- oder Bildungsplanes. Dieser Fachartikel beschreibt den Systemaufbau für solche umfassenden und ganzheitlichen Lehrwerke auf den vier Ebenen Rechenzentrum, Grundplattform, Lernplattform und Content-Software. Er orientiert sich an den „[Anforderungen an digitale Lehrwerke](#)“, die von der Professur für Didaktik der englischen Sprache und Literatur an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt herausgegeben werden.

Wie im ersten Fachartikel erläutert, sind ganzheitliche Digitale Lehrwerke zu unterscheiden von Lernprogrammen, die auf einen Teilbereich der vom Lehrplan geforderten Inhalte („vertikal“: themenspezifische Lernprogramme, Erklärvideos) oder auf eine bestimmte Auswahl an Methoden („horizontal“: z.B. lehrbuchbegleitende digitale Aufgabensammlungen, Vokabeltrainer) fokussiert sind.

Die Beschreibung des Systemaufbaus folgt dem Ziel, einen integrierten Betrieb aller an öffentlichen Schulen eingesetzten Softwareanwendungen zu ermöglichen. In solch einem integrierten Betrieb würden z.B. Lernsoftware und Schuladministrationsprogramme gemeinsam eine zentrale Benutzerverwaltung für Lernende, Lehrkräfte und Klassen verwenden. Trotz des Fokus auf ganzheitliche Digitale Lehrwerke wird auch die Integration vertikaler und horizontaler Lernprogramme berücksichtigt.

Inhalt

Zusammenfassung.....	1
Architektur in vier Ebenen	3
1. Rechenzentrum / Cloud	3
2. Grundplattform.....	4
2.1. Benutzerverwaltung	5
2.2. Schutz personenbezogener Daten	5
2.3. Pseudonymisierung von Daten.....	6
2.4. Kommunikation per Text, Sprache und Video.....	7
2.5. Dokumenten-Management und App-Store	7
3. Lernplattform.....	8
3.1. Feedback-System.....	8
3.2. Lernfortschritts-Monitor	8
3.3. Belohnungssystem.....	10
3.4. Aufgaben- und Medienpool	10
3.5. Autorensystem	11
4. Content-Software.....	13
4.1. Aufbau Digitales Lehrwerk	13
4.1.1. Rahmenhandlung als Kernelement der Stoffvermittlung	13
4.1.2. Aufgabenpool	14
4.1.3. Sicherstellung der Qualität.....	14
4.2. Vertikale und horizontale Lernprogramme.....	15
4.3. Vokabeltrainer.....	15
Ausblick	16

Architektur in vier Ebenen

Für den grundsätzlichen Aufbau und Betrieb eines digitalen Lehrwerks wird die Systemarchitektur in vier Ebenen gegliedert (siehe Abbildung). Die unterste Ebene, quasi das Fundament, bildet das **Rechenzentrum bzw. die Cloud-Infrastruktur**. Sie stellt die Rechenleistung sowie den Speicherplatz für Daten zur Verfügung und ermöglicht die Kommunikation im Internet. Darauf setzt in der zweiten Ebene die **Grundplattform** auf, die für digitale Lehrwerke vor allem Schul- und Benutzerverwaltung bereitstellt, aber auch Text- und Videokommunikation, Dateiablage und Dokumenten-Management sowie Shopsysteme für die Anwendungen der beiden darüberliegenden Ebenen anbieten kann. Auf der dritten Ebene hält die **Lernplattform** Basisfunktionen vor, die idealerweise fächerübergreifend von unterschiedlichen Lehrwerken und Lernprogrammen genutzt werden. Solche Basisfunktionen sind Lernfortschritts-Steuerung und -Monitoring, Feedback-System, Belohnungssystem, Aufgaben- und Medienpool sowie Autorensysteme. Die eigentlichen Lehr- und Lerninhalte, die **Content-Software** auf der vierten Ebene sind dann fach- und jahrgangsspezifisch. Im Falle eines Digitalen Lehrwerks umfasst der Content den Stoff und die Lehrmethodik eines Faches und Jahrgangs komplett, bei horizontalen oder vertikalen Lernprogrammen jeweils Teile daraus. (Vgl. Fachartikel „Lernsoftware für öffentliche Schulen“)

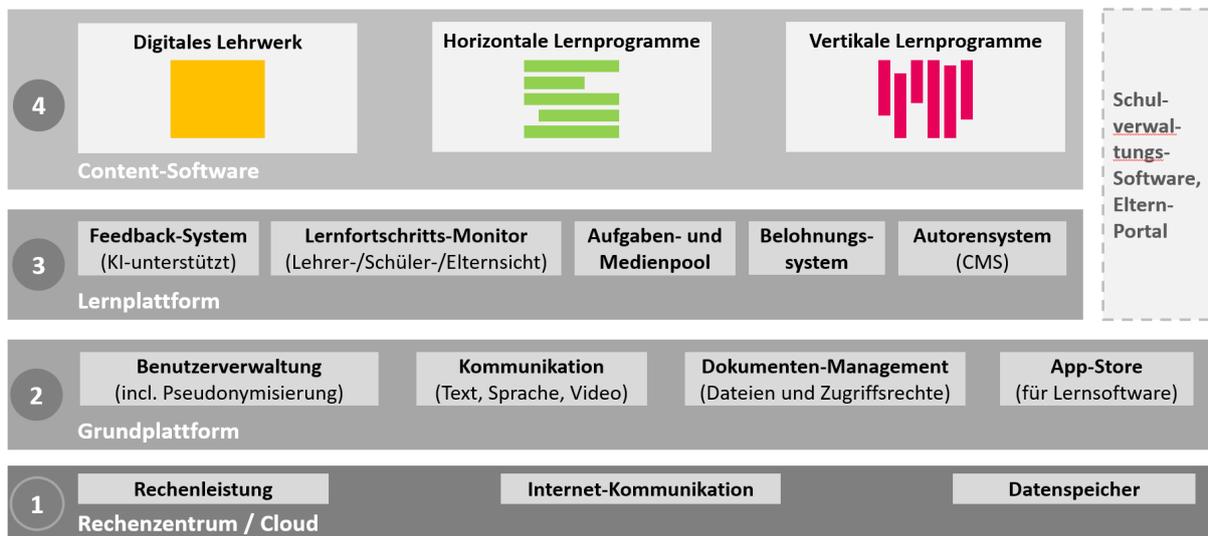


Abb. Aufbau von Lernsoftware in 4 Ebenen

1. Rechenzentrum / Cloud

Ein Rechenzentrum oder die Cloud bieten die digitale Infrastruktur für den Betrieb der Plattformen und der Content-Software. Sie stellen Rechenleistung und Datenspeicher sowie Zugriff und Kommunikation über das Internet zur Verfügung.

Die definitorische Trennung von Cloud und Rechenzentrum ist eigentlich nicht mehr zeitgemäß, weil auch eine Cloud in Rechenzentren betrieben wird und umgekehrt ein einzelnes Rechenzentrum eine komplette Cloud anbieten kann. Lösungen für digitales Lernen sollten immer in einer Cloud bei einem sogenannten „Cloud-Provider“ betrieben werden, unabhängig davon, ob dieser Provider ein internationaler Anbieter wie Amazon, Microsoft oder Google oder ein regionales oder nationales Rechenzentrum ist.

Wesentliches Merkmal einer Cloud ist, dass Rechenleistung und Speicherplatz nicht auf einem ganz bestimmten Server, wie man ihn in einem lokalen Netzwerk (LAN) selbst betreibt, sondern als Teilmenge aus dem Zusammenschluss vieler Server bereitgestellt werden. Man spricht bei dieser Teilmenge auch von „virtuellen“ Servern. In modernen Cloud-Systemen ist virtuelle Server wiederum aufgelöst in einzelne Dienste, die „Services“. Die in der Cloud betriebene Software nutzt also die Services wie Rechenleistung, Datenspeicher und Kommunikation unabhängig voneinander direkt.

Charakteristisch für die Cloud ist, dass Zahl und Umfang der Dienste, die von der einzelnen Software benötigt werden, dynamisch variiert werden können (= skaliert), und zwar je nach Bedarf zu bestimmten Tages-, Wochen- oder Jahreszeiten. Diese Flexibilität entsteht dadurch, dass eine Vielzahl von Programmen und Nutzern die unterschiedlichen Dienste in der Cloud zu unterschiedlichen Zeiten nutzen und sich dadurch die Belastung (bis zu einem gewissen Grad) ausgleicht, ähnlich wie beim Car-Sharing. Das funktioniert umso besser, je größer die Cloud und deren Nutzerzahl sind.

Auswahlkriterien für eine Cloud sind:

1. **Technische Leistungsfähigkeit** (Unterstützte Architekturen und Funktionen, Performance, Skalierbarkeit, Betriebssicherheit)
2. **Datenschutz-Konformität** (Ort der Datenspeicherung, Umgang mit Daten, geforderte oder nicht erwünschte Zugriffsmöglichkeit für Dritte)
3. **Kosten** (Prozessorkosten, Speicherkosten, Datenübertragungskosten)

Die großen internationalen Cloud-Provider haben ihre Stärken in der technischen Leistungsfähigkeit und im Preis, was insbesondere bei hoher Anforderung an Betriebssicherheit und Skalierbarkeit von Bedeutung ist.

Regionale Cloud-Provider erfüllen dagegen einfacher individuelle Datenschutzerfordernungen.

Seit wenigen Jahren gibt es mit der „Docker-Container“-Technologie einen von den meisten Cloud-Providern unterstützten Standard, der es erlaubt, Software, die diesen Standard unterstützen, mit vertretbarem Aufwand von einem Provider zum anderen umzuziehen.

Hier sei darauf hingewiesen, dass Plattformkomponenten und Content-Software ein und desselben Systems auch bei mehreren unterschiedlichen Cloud-Providern betrieben werden können, um im Verbund ein für den Benutzer einheitliches digitales Lehrwerk darzustellen.

Aus Sicht des Datenschutzes ist eine Cloud grundsätzlich unproblematisch, da der Cloud-Provider selbst für seinen laufenden Betrieb keinen Zugriff auf personenbezogene Daten benötigt, und da er die für das öffentliche Bildungssystem in Deutschland geforderte ausschließliche Speicherung der Daten an einem Ort innerhalb der Europäischen Union i.d.R. sicherstellen kann.

2. Grundplattform

Zur Grundplattform werden Anwendungen gezählt, die vom Typ her eher allgemeiner Natur sind und in vielerlei Organisationen genutzt werden, auch außerhalb des Bildungswesens. Von Lernsoftware werden davon die Anwendungen Benutzerverwaltung, Text-, Sprach-, und Videokommunikation, Dokumenten-Management und ein App-Store verwendet.

2.1. Benutzerverwaltung

Die zentrale und damit wichtigste Komponente in der Grundplattform stellt die Verwaltung von Benutzern mit ihren persönlichen Daten und mit ihren Rollen in den organisatorischen Einheiten (= Gruppen) dar:

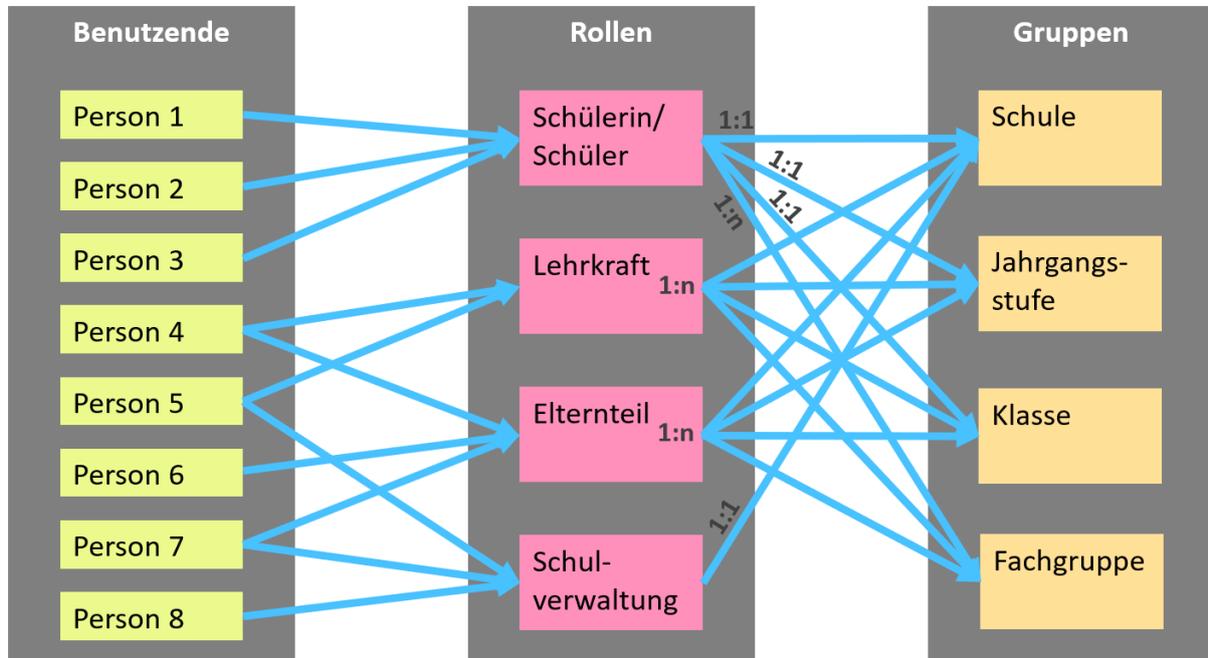


Abb. Beziehung Personen - Rollen - Gruppen; Fachgruppe = Deutsch, Englisch, ... der jeweiligen Klasse

Neben der Speicherung der Benutzerdaten und deren Organisation gehören zur Benutzerverwaltung auch die Funktionen zur sicheren Authentifizierung, also dem Einloggen der einzelnen Benutzer, einschließlich Passwort-Management. In der IT-Welt bezeichnet man die Benutzerverwaltung auch als „Identity Management“, sie bedient sich sogenannter „Directory Services“, für die es bereits etablierte Standards gibt.

2.2. Schutz personenbezogener Daten

Für die Speicherung der personenbezogenen Daten sind die Anforderungen der Softwarekomponenten, die diese Daten nutzen, und die des Datenschutzes miteinander in Einklang zu bringen. Für die Speicherung und Bereitstellung personenbezogener Daten gelten im Schulkontext besonders strenge Regeln. Im Idealfall werden alle personenbezogenen Daten ausschließlich in der Plattformkomponente „Benutzerverwaltung“ gespeichert und auf diese die erforderlichen hohen technischen und organisatorischen Datenschutzregeln angewandt.

Jedoch arbeiten Digitale Lehrwerke und Software z.B. zur Schulverwaltung auch mit spezifischen personenbezogenen Daten, die in einer Benutzerverwaltungs-Plattform nicht zwingend vorgesehen sind:

- Lösungen von Aufgaben, die von der Lehrkraft eingesehen werden sollen
- der individuelle Lernfortschritt der Schülerinnen und Schüler
- Belohnungspunkte im Rahmen der Gamification
- Lernzeiten und Nutzungszeiten

- Fehlzeiten
- Zensuren

Sobald die entsprechenden Programme diese Daten zusammen mit den Namen der Benutzer speichern, müssen sie denselben hohen Datenschutzaufwand betreiben, wie die Programme für die eigentliche Benutzerverwaltung. Durch das Arbeiten mit pseudonymisierten Daten können den Anbietern die damit verbundenen sehr hohen Kosten erspart werden.

2.3. Pseudonymisierung von Daten

Es ist grundsätzlich möglich, dass Digitale Lehrwerke, Lernprogramme oder Schulverwaltungssoftware ihre benutzerspezifischen Daten statt mit dem lesbaren Namen des Benutzers („Klarname“) immer mit einem Code (in Form einer „GUID“) speichern. In der Sphäre dieser Programme wären sie dann nicht mehr personenbezogen. Der Code wäre mit seinem Bezug zum Benutzernamen nur in der besonders gesicherten Benutzerverwaltung hinterlegt.

Wenn innerhalb des Lehrwerkes der echte Schülernamen angezeigt werden soll, holt sich die Software in diesem Moment (zur „Echtzeit“) den Namen anhand des Codes von der Benutzerverwaltung, zeigt ihn an und „vergisst“ ihn anschließend wieder. Dadurch, dass die benutzerspezifischen Daten vom Lehrwerk oder vom Schulverwaltungsprogramm nur noch zusammen mit einem Code gespeichert werden, sind sie „pseudonymisiert“. Das heißt, mit diesen Daten können keine Rückschlüsse auf einzelne Personen gezogen werden, sie sind nicht mehr personenbezogen.

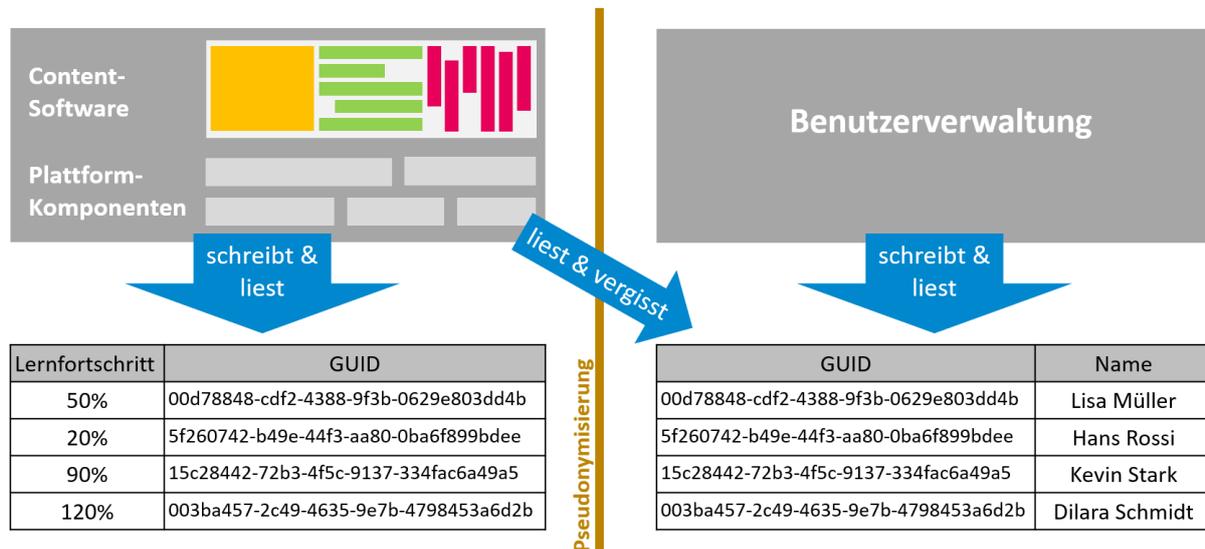


Abb. Speichern und Lesen von Nutzerdaten mit Pseudonymisierung

Voraussetzung für eine solche datenrechtlich einwandfreie Lösung ist eine in der Breite eingesetzte Plattformkomponente zur Benutzerverwaltung mit einheitlicher Programmierschnittstelle (API) und technischem Support für die anderen Softwareanbieter. Zusätzlich muss der Plattformservice der Benutzerverwaltung so reaktionsschnell („performant“) sein, dass der Benutzer des Lehrwerkes oder des Schulverwaltungsprogrammes nicht durch Verzögerungen bei der Anzeige von Klarnamen behindert wird: Eine Lehrkraft, die vor Unterrichtsbeginn die Liste der Lernfortschritte ihrer Schülerinnen und Schüler kurz einsehen will, würde nicht akzeptieren, wenn sie für den Aufbau dieser Liste je Zeileneintrag zwei Sekunden warten müsste.

Grundsätzlich ist diese Art der Pseudonymisierung zwischen Komponenten und Programmen unterschiedlicher Anbieter umsetzbar, erfordert aber sehr gute Konzeption und hochentwickelte technische Implementierung. Nachdem das, Stand heute, noch nicht verfügbar ist, implementieren die meisten Programme ihre eigene Benutzerverwaltungen, trotz der Datenschutz-Herausforderungen und trotz der Belastung der Anwender durch doppelte Datenverwaltung.

2.4. Kommunikation per Text, Sprache und Video

Anwendungen für das „Chatten“ sowie für Sprach- und Videokommunikation zu zweit, in der Gruppe und vor großem Publikum sind mittlerweile allgemein geläufig und sowohl im privaten als auch im beruflichen Umfeld breit im Einsatz. Marktführend sind US-amerikanische Produkte wie Zoom und Microsoft Teams, die teilweise auch im Schul- und Universitätsbereich eingesetzt werden. In jüngerer Zeit kommen vermehrt für die spezifischen Anforderungen des Schulbetriebes entwickelte oder angepasste Lösungen wie „BigBlueButton“ oder „Visavid“ zum Einsatz.

Es ist wünschenswert, dass diese Anwendungen als Teil der Grundplattform sowohl mit der Benutzerverwaltung als auch mit Komponenten der Lernplattform oder direkt mit der Content-Software einfach verknüpft werden können. Den Anwendern würde damit die doppelte Benutzerverwaltung und im laufenden Betrieb das Hin- und Herspringen zwischen den Systemen erspart bleiben.

2.5. Dokumenten-Management und App-Store

Dokumenten-Management ermöglicht den Nutzern Dateien unterschiedlicher Art (Text, Grafik, Video) zu speichern und anderen Benutzern zur Verfügung zu stellen. Es kann konfiguriert werden, wer entsprechend seiner oder ihrer Rolle welche Art von Dateien speichern und wiederum welchen Benutzern zur Verfügung stellen kann. Mehrere Anwender können Dokumente gemeinsam bearbeiten, Änderungen sind im Rahmen des Versionsmanagements nachvollziehbar. Im Schulkontext stellen z.B. Lehrkräfte ihren Klassen Arbeitsblätter zur Verfügung oder die Schulleitung den Eltern Informationsbriefe. Im Falle einer Integration mit der Content-Software kann diese direkt auf Dateien im Dokumenten-Management zugreifen oder von den Schülern erstellte Texte und Videos dort abspeichern.

Im App-Store werden die verfügbare Content-Software und ggf. auch bestimmte Plattformkomponenten angeboten. Schulen und Lehrkräfte können sie für ihre Klassen je nach Bedarf freischalten. Ein hochentwickelter App-Store deckt die Lizenzierungsmodelle unterschiedlicher Softwareanbieter ab, stellt die lizenzkonforme Nutzung sicher und liefert bei Bedarf Daten für die Abrechnung von Lizenzgebühren.

3. Lernplattform

Zur Ebene der Lernplattform gehören alle Funktionen, die für das eigentliche Lehren und Lernen essenziell, aber nicht spezifisch für ein einzelnes Fach oder ein Thema sind.

3.1. Feedback-System

Um die Aufmerksamkeit der Lernenden zu binden und Gelerntes zu verfestigen, interagiert gute Lernsoftware intensiv mit den Lernenden: Nach dem Vorlesen eines Textes beantworten die Lernenden Fragen und die Software gibt sofort Feedback über die Richtigkeit. Dafür kommen allgemein verfügbare Algorithmen zum Einsatz (z.B. Rechtschreibkorrekturen) oder das Feedback-System wird von den Software-Autoren mit einem Set an möglichen Antworten „trainiert“. Antworten komplexerer Aufgaben werden zur manuellen Korrektur und ggf. Bewertung an die Lehrkräfte geleitet. Die Software kann zur Unterstützung der Lehrkräfte Vorkorrekturen übernehmen oder Vorschläge machen. Die Qualität des Feedback-Systems ist maßgeblich für die Motivation von Schülern und Lehrern und damit entscheidend für den Lernerfolg. Aufgrund des erforderlichen, hohen Aufwandes für die Entwicklung von Algorithmen, künstlicher Intelligenz und hochwertiger Benutzerführung sollte das Feedback-System fächer- und themenübergreifend konzipiert und implementiert werden.

Derzeit implementieren alle Anbieter von Content-Software ihre eigenen Feedback-Lösungen. Aus Effizienzgründen, aber auch für eine einheitliche Benutzerführung im Sinne von Lehrern und Schülern wäre die Bereitstellung eines hochentwickelten Feedback-Systems als Plattformkomponente wünschenswert.

3.2. Lernfortschritts-Monitor

Nachdem sich Schülerinnen und Schüler mit hochwertiger Lernsoftware den wesentlichen Teil des Lernstoffes selbstständig aneignen können, ist die Verfolgung des Lernfortschrittes für die Schüler selbst und für ihre Lehrer und Eltern gleichermaßen wichtig.

Die einzelne Schülerin und der einzelne Schüler müssen permanent sehen, in welchem Maße sie sich dem Ziel des erfolgreichen Kompetenzerwerbs nähern. Die sinnvolle Definition von Ziel und Zwischenzielen sowie Feedback über den Grad der Zielerreichung tragen zur Lernmotivation bei und fördern im Idealfall die Fähigkeit zur Selbststeuerung.

Lehrkräfte müssen sich jederzeit einen schnellen Überblick verschaffen können, wie die Schülerinnen und Schüler beim selbstständigen Arbeiten mit der Software vorankommen, um Schwächere gezielt zu unterstützen und Stärkere für zusätzlichen Kompetenzerwerb zu motivieren. Der Lernfortschritts-Monitor liefert mit wenigen Klicks eine Liste der Schüler einer Klasse mit ihrem jeweiligen Fortschritt.

<input type="checkbox"/>	Vorname	Nachname	Fortschritt Story	Resultate Story	Fortschritt Challenge	Result
<input type="checkbox"/>	Alexander	Fuchs	ERLEDIGT	91% richtig	NICHT VERFÜGBAR	
<input type="checkbox"/>	Alicia	Stieglitz	FREIGESCHALTET	-	NICHT VERFÜGBAR	
<input type="checkbox"/>	Leonie	Fischer	ERLEDIGT	81% richtig	NICHT VERFÜGBAR	
<input type="checkbox"/>	Marina	Grabenauer	IN ARBEIT	58% richtig	NICHT VERFÜGBAR	
<input type="checkbox"/>	Nadja	Pitter	FREIGESCHALTET	-	NICHT VERFÜGBAR	

Abb. Beispiel Lernfortschritts-Monitor (@ Brainix GmbH)

Ähnlich wie für Lehrkräfte kann der Lernfortschritts-Monitor auch Eltern einen tagesaktuellen Stand des Lernfortschrittes ihrer Kinder liefern.

Welche Informationen über den Lernfortschritt Lehrkräfte und Eltern im Detail sehen sollten, bedarf eines pädagogisch durchdachten Konzeptes. Ggf. können diese Details auch von den Schulgremien (Schulforum, Fachschaft etc.) festgelegt und in der Software konfiguriert werden.

Entscheidend für die Qualität des Lernfortschritts-Monitors ist die kontinuierliche Darstellung des Lernfortschrittes während des gesamten Schuljahres. Im Falle eines Digitalen Lehrwerks, das den Stoff eines Jahres komplett abdeckt, ist die Integration des Lernfortschritts-Monitors relativ einfach. Für die einzelnen Kapitel und Lektionen können im Abgleich mit dem Lehrplan einheitliche Maßstäbe zur Messung des Lernfortschritts angesetzt werden.

In seiner einfachen Form zeigt der Monitor nur den *quantitativen Lernfortschritt*: Wieviel Prozent einer Lektion wurden bearbeitet, wie viele Fragen eines Tests wurden richtig beantwortet. Möchte die Lehrkraft oder der Schüler wissen, warum der so ermittelte Lernfortschritt nicht ausreicht, müssen sie die Gründe anhand der Durchsicht der einzelnen Aufgaben suchen.

Fortgeschrittene Lernfortschritts-Monitore ermitteln auch den *qualitativen Lernfortschritt*, also die inhaltlichen Stärken und Schwächen. So z.B. ob die Fehler eher in der Grammatik oder der Rechtschreibung liegen, oder im Kopfrechnen oder dem Verständnis der Rechenregel. Dazu müssen je Fach und Lerninhalt sinnvolle Kategorien definiert und den einzelnen Aufgaben zugeordnet werden. Eine solche qualitative Lernfortschritts-Messung erleichtert den Lehrkräften die Arbeit zusätzlich und ermöglicht Schülerinnen und Schülern mehr selbstreguliertes Lernen, indem die Software passgenaue Übungsaufgaben vorschlägt. Also nicht nur „Du hast zu wenig Punkte, mache mehr Übungsaufgaben.“ Sondern „Du hast noch Schwächen beim ..., ich empfehle Dir dafür folgende Übungsaufgaben.“

Sollen für die Erarbeitung eines Curriculums in der Schule mehrere unterschiedliche Lernprogramme zum Einsatz kommen, ist erforderlich, dass

- die einzelnen Lernprogramme entsprechend der Lernprogression und des resultierenden Stoffverteilungsplans in den Lernfortschritts-Monitor „eingeklinkt“ werden,

- der Lernfortschrittsbeitrag des Lernprogramms zum Gesamtcurriculum anhand objektiver Maßstäbe konfiguriert und
- die Lernfortschritte innerhalb des jeweiligen Lernprogrammes über die Programmschnittstelle laufend an den Lernfortschritts-Monitor übergeben werden.

Derzeit organisiert jede Content-Software das Monitoring des Lernfortschritts, wenn überhaupt, selbst. Lernplattformen mit Lernfortschritts-Monitor und geeigneten Schnittstellen zur Integration einzelner Lernprogramme oder auch kompletter Lehrwerke gibt es noch nicht, sind aber für ein künftiges Ökosystem hochwertiger digitaler Lernsoftware erforderlich (siehe 3. Fachartikel „Ökosystem für hochwertige Lernsoftware“).

3.3. Belohnungssystem

Zusätzliche Motivation zum Lernen wird mit Methoden der Gamification erzielt, dessen Kernkomponente das Belohnungssystem ist. Das Belohnungssystem soll auch schon erwünschtes Verhalten belohnen, das nicht an ein bestimmtes Leistungsniveau geknüpft ist und damit gerade für schwächere und weniger lernmotivierte Schüler Ansporn sein.

Für definierte Handlungen, die eher Fleiß und Geschicklichkeit als ein bestimmtes Leistungsniveau erfordern, erhalten die Lernenden eine Belohnung. Dies kann zum Beispiel die Sammlung von Punkten, Erreichung von Abzeichen/Batches, das Erklimmen einer Highscore oder verschiedener Level sein. Je nach Belohnungsart können z.B. Punkte in Gestaltungselemente innerhalb der Content-Software, etwa Accessoires für den eigenen Avatar oder die Ausstattung eines virtuellen Fachraums, eingetauscht werden.

Außerdem kann die Lehrkraft reale Belohnungen definieren, z.B. einen Ausflug, für den die Schülerinnen und Schüler eine bestimmte Zahl von Punkten sammeln und beisteuern. Ebenso kann die Lehrkraft direkt digitale Belohnungen vergeben, z.B. für soziales Engagement im Unterricht.

Wie beim Lernfortschritts-Monitor hat derzeit jeder Anbieter von Content-Software sein eigenes Belohnungssystem. Soll aber Content-Software unterschiedlicher Anbieter zum Einsatz kommen, muss die Lernplattform ein einheitliches Belohnungssystem mit Kontoverwaltung bieten, in die über standardisierte Programmschnittstellen Punkte „einbezahlt“ und „abgebucht“ oder Level verwaltet werden können.

3.4. Aufgaben- und Medienpool

Als Aufgaben- und Medienpool wird der Ort zur Bereitstellung von Übungsaufgaben, Erklärvideos, Merke-Einträge, Regelsammlungen und anderen Dokumenten, und zwar geordnet für den jeweiligen Lernstoff, bezeichnet. Der Aufgaben- und Medienpool wird von der Content-Software bestückt und kann von Lehrkräften mit eigenen Inhalten ergänzt werden. Im Unterschied zur Plattformkomponenten „Dokumenten-Management“ sind die Elemente im Aufgaben- und Medienpool mit dem jeweiligen Lernstoff verknüpft und können vom Lernfortschritts-Monitor und vom Belohnungssystem berücksichtigt werden.

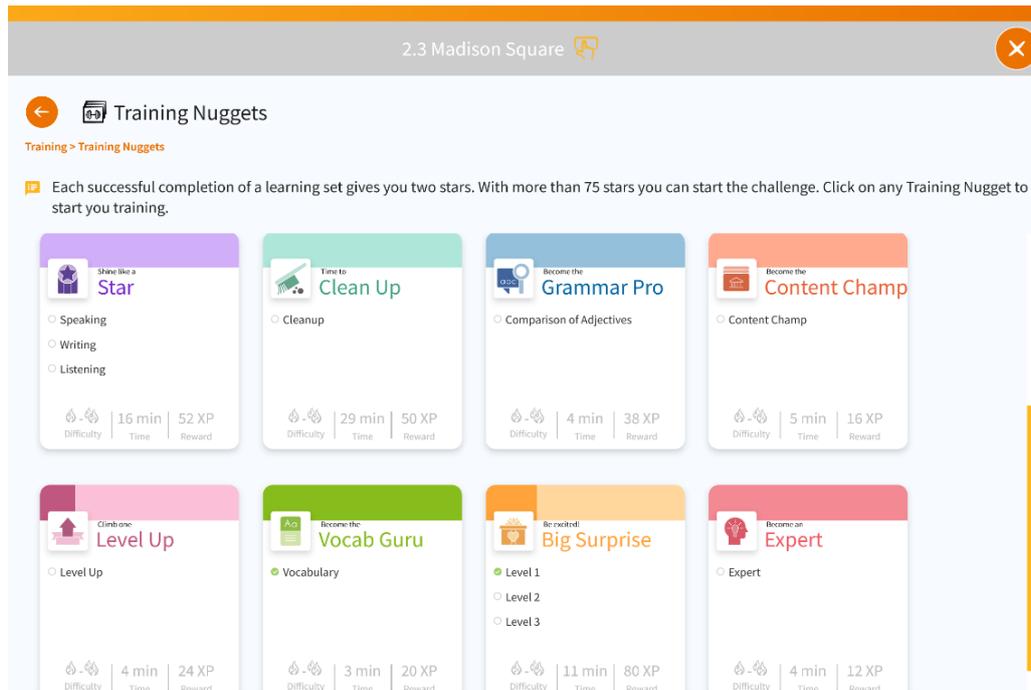


Abb. Beispiel Themenspezifischer Aufgabenpool im Fach Englisch

3.5. Autorensystem

Bei der Erstellung von Digitalen Lehrwerken und von Lernprogrammen ist die Erarbeitung der Lehrinhalte ein wesentlicher Teil des Gesamtaufwands. Autorinnen und Autoren von Lernsoftware sind typischerweise Lehrkräfte im aktiven Schuldienst sowie Studierende und Dozierende an Lehramts-Fakultäten der Universitäten. Bei der Erarbeitung der Inhalte gehen Autoren zunächst ähnlich vor, wie bei der Planung eines Unterrichtsjahres, und orientieren sich an folgende Fragen:

1. Welche Kompetenzen sollen die Schülerinnen und Schüler entsprechend dem Lehrplan im Schuljahr erwerben?
2. Wie verteile ich den Stoff über das Schuljahr?
3. Mit welchen Methoden sollen die jeweiligen Inhalte vermittelt und Kompetenzen erworben werden?

Die erste Frage lässt sich durch das Studium des verfügbaren Lehrplans relativ leicht beantworten. Zur Beantwortung der zweiten Frage wird der Lehrstoff in Kapitel und Lektionen untergliedert, die Lehrpläne geben hierzu in der Regel Anhaltspunkte. Dabei spielt die gewünschte Lernprogression in den Fächern eine entscheidende Rolle. Nicht immer lassen sich alle Lehrplaninhalte linear hintereinander abbilden, manche sind clusterartig verbunden mit einem zentralen Thema, zu dem immer wieder zurückgekehrt werden kann. Der schließlich definierte Inhalt einer Lektion bildet dann die Basis für die Entwicklung der Rahmenhandlung innerhalb der Lektion.

Die dritte Frage ist besonders herausfordernd, da eine Lektion so erarbeitet werden muss, dass die Lernenden den Stoff so einfach wie möglich verstehen und ihn gleichzeitig gut verfestigen. Dazu bedarf es der jeweils optimalen Technik: Mit welcher Art von Aufgabe und mit welcher Form der Interaktion zwischen Benutzer und digitalem Gerät lernen die Schülerinnen und Schüler am besten?

Zur anschließenden Feinplanung einer Lektion gehört, die Aufgaben in geeigneter Zahl und variierenden Schwierigkeitsniveaus zu erstellen, um die Differenzierung zu ermöglichen. Gute Schüler

dürfen nicht gelangweilt sein und schwächere dürfen nicht wegen zu schwieriger Aufgaben aufgeben oder frustriert werden. Die Aufgaben werden sowohl innerhalb der Story als auch ergänzend zum Schließen von Lücken oder zur weiteren Vertiefung verwendet.

Existierende Lehrwerke und Lernprogramme haben bereits eine Vielzahl von Aufgabentypen definiert und umgesetzt. Einige Hersteller von Lernsoftware bieten ihre einmal erarbeiteten Aufgabentypen im Rahmen eines digitalen Autoren- oder Content-Management-Systems (CMS) zur Wiederverwendung an: Die Autorin oder der Autor wählt einen geeigneten Aufgabentyp aus und passt Mustertext, Grafiken, Fotos und Mediendateien bestmöglich an. Zusätzlich werden Antwortalternativen für das Feedbacksystem, Parameter zur Messung des Lernfortschritts und weitere Steuerdaten eingegeben. Im Idealfall kann eine komplette Rahmenhandlung mit Aufgabenfluss, ganze Lektionen, Kapitel oder das gesamte Lehrwerk im Autorensystem geplant und editiert werden.

Kennt eine Autorin oder ein Autor die Möglichkeiten eines Autorensystems und der darin angebotenen Aufgabentypen sehr gut, ist eine Voraussetzung erfüllt, um eine Lektion mit Aussicht auf bestmöglichen didaktischen Erfolg zu entwickeln. Allerdings entsteht die Gefahr, sich auf die vorhandenen Möglichkeiten zu beschränken und keine innovativen und besseren Techniken für die Kompetenzvermittlung zu entwickeln. Daher ist es für die Entwicklung des Software-Contents jedes Lehrwerks oder Lernprogrammes notwendig, neben den vorhandenen Möglichkeiten eines Autorensystems immer ausreichend finanzielles Budget und Kreativitätsraum für die Entwicklung innovativer Vermittlungstechniken bereit zu halten. Die aus der Innovation resultierenden Techniken fließen dann als neue Aufgabentypen in das Autorensystem ein und werden bei künftigen Lehrwerken wieder verwendet.

4. Content-Software

Das Herzstück digitalen Lehrens und Lernens ist die Content-Software. Sie vermittelt die Kompetenzen entsprechend den inhaltlichen und methodischen Vorgaben des Lehr- oder Bildungsplans, der für ein Schulfach, eine Schulart und eine Jahrgangsstufe herausgegeben wird.

Der Anspruch hochwertiger Digitaler Lehrwerke ist, den größtmöglichen Teil der Wissens- und Kompetenzvermittlung zu übernehmen, um der Lehrkraft so viel Freiraum wie möglich für die Vertiefung, die individuelle Förderung und die Herausbildung sozialer Kompetenzen zu schaffen.

4.1. Aufbau Digitales Lehrwerk

Ein ganzheitliches Digitales Lehrwerk wird mit seinem didaktischen Aufbau der Lernprogression, die im Ablauf eines Schuljahres erreicht werden soll, gerecht. Ähnlich wie in einem Schulbuch ist der Jahresstoff in Kapitel aufgeteilt, die bei Bedarf in Lektionen unterteilt sind.



Abb. Beispielhafte Aufteilung des Lehrplans in 4 Kapitel und 32 Lektionen, ca. eine pro Schulwoche

Für Kapitel und Lektionen sollte es eine Rahmenhandlung („Story“) geben, die die Lernenden Schritt für Schritt führt und an deren Erlebniswelt angelehnt ist. In der Story erledigen die Schüler kleine Aufgaben, erhalten jeweils unmittelbar Feedback und lernen dabei idealerweise implizit. Am Ende jeder Story steht ein kleiner Test, über den die Anwender Feedback zum Lernerfolg erhalten.



Abb. Lektion zur Kompetenzerarbeitung mit Lernzielkontrolle

4.1.1. Rahmenhandlung als Kernelement der Stoffvermittlung

Technisch gliedert sich eine Rahmenhandlung bzw. Story in diese Komponenten:

Story-Logik: Aktivierung der Story automatisch oder durch Lehrkraft; Zuspielung zusätzlicher Aufgaben für Defizit-Ausgleich, Verfestigung und Vertiefung; Einbettung in Gesamtfortschritts-Systematik; bei Fremdsprachen Aktivierung von Lektionen-Wortschatz im Vokabeltrainer.

Aufgaben: Nach Aufgabentyp variierende Form der Interaktion mit den Lernenden (z.B. Lückentext, Puzzle, One-Minute-Talk u.v.m.); umfasst Programmlogik, Text- und Medienpräsentation; eingebunden in Feedback-System und Lernfortschritts-Monitor.

Medien: Fotos und Grafiken für Story-Hintergründe und Aufgaben; Audio- und Videodateien innerhalb der Aufgaben

Test: Spezielle Typen von Aufgaben mit Fokus auf Lernerfolgsermittlung; eingebunden in Lernfortschritts-Monitor

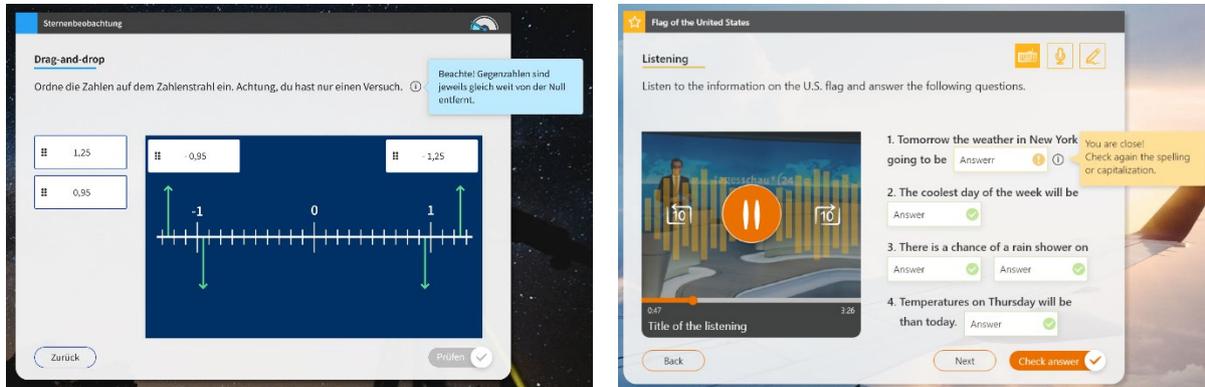


Abb.: Beispiele für Aufgabentypen

4.1.2. Aufgabenpool

Ergänzend zu den Stories werden für jede Lektion bzw. für jedes Kapitel zusätzliche Aufgaben bereitgehalten. Sie dienen vor allem der Individualisierung des Lernens und werden

- den Lernenden von den Storys automatisch zugespielt,
- von den Lernenden selbstständig ausgewählt und bearbeitet,
- von Lehrkräften einzelnen Lernenden oder einer ganzen Klasse zugewiesen oder
- im Unterricht gemeinsam von Lehrkraft und Klasse bearbeitet.

4.1.3. Sicherstellung der Qualität

Der beschriebene ganzheitliche Aufbau eines Lehrwerks allein gewährleistet noch kein einfacheres Verstehen von Lernstoff, keine bessere Bindung der Aufmerksamkeit und keine wirksame Verfestigung des Lernstoffes, also keine Steigerung des Lernerfolgs von Schülerinnen und Schülern. Ausschlaggebend ist die Qualität jeder einzelnen Lektion, der Inhalte und grafischen Darstellung der Story und der Aufgaben.

Ein gewisses Qualitätsniveau kann durch hohe Kompetenz bei Software-Autoren, User-Experience-Spezialisten, Software-Entwicklern und Qualitätsmanagern sowie durch ausreichende nutzerzentrierte Tests und Befragungen während der Entwicklung ermöglicht werden.

Um aber durch exzellente Digitale Lehrwerke maximalen Lehr- und Lernerfolg zu erreichen, muss der Fortschritt der Lernenden im laufenden Betrieb ständig im Hintergrund gemessen, anonym an den Softwareanbieter übermittelt und dort in einen kontinuierlichen Verbesserungsprozesses einfließen. Durch diese permanente Optimierung und durch den Wettbewerb mehrerer Softwareanbieter können im Laufe der Zeit exzellente Digitale Lehrwerke entstehen.

Dementsprechend muss die Content-Software Funktionen enthalten, die Daten aus dem Lernfortschritt und den Testergebnissen, ergänzt um Bearbeitungsdauer und Fehlversuchen innerhalb der Aufgaben, aufbereiten und pseudonymisiert an den Anbieter senden.

4.2. Vertikale und horizontale Lernprogramme

Spezialisierte Lernprogramme folgen in der Regel ähnlichen Prinzipien wie ganzheitliche Lehrwerke, decken aber im Vergleich dazu jeweils nur einen Teilbereich ab:

Ein vertikales Lernprogramm, das einen ausgewählten Lerninhalt vermittelt, ist vergleichbar mit einer einzelnen Story innerhalb eines Lehrwerkes.

Ein horizontales Lernprogramm, zum Beispiel eine Aufgabensammlung zur Ergänzung des Lehrbuches, ist vergleichbar mit dem vorgenannten Aufgabenpool eines Digitalen Lehrwerks.

Durch die Fokussierung können auch mit kleinerem Budget hervorragende Lernprogramme entstehen.

Im Idealzustand gibt es standardisierte Programmschnittstellen zwischen den Komponenten der Grundplattform (vor allem Benutzerverwaltung), der Lernplattform (vor allem Fortschrittsmonitor und Feedbacksystem) und den unterschiedlichen vertikalen und horizontalen Lernprogrammen. Damit ließen sich dann alle Komponenten von den Schulen selbst zu ganzheitlichen Lehrwerken zusammenfügen.

Die Definition standardisierter Schnittstellen und deren Etablierung in der Breite sowie die Schaffung eines Ökosystems, das Anbieter zur Entwicklung und Pflege hochwertiger Plattform- und Lernkomponenten motiviert, ist ein anspruchsvolles Ziel, dem sich der dritte Fachartikel dieser Reihe, „Ökosystem für hochwertige Lernsoftware“, widmet.

4.3. Vokabeltrainer

Vokabeltrainer zählen zu den horizontalen Lernprogrammen. Sie werden hier separat genannt, weil sie bei digitalen Lehrwerken für Fremdsprachen entweder integraler Bestandteil oder mit ihnen eng verzahnt sein müssen. Vokabeltrainer für öffentliche Schulen sollten sich in Funktion und Benutzerfreundlichkeit an marktführenden Sprach- und Vokabeltrainern orientieren.

Der Vokabeltrainer muss den Wortschatz digitaler Lehrwerke sortiert nach deren Kapitel- und Lektionen-Gliederung aufnehmen und portionsweise automatisch auf Befehl der Content-Software oder manuell durch die Lehrkraft zum Lernen freischalten. Informationen über den Lernerfolg übergibt der Vokabeltrainer an den Fortschritts-Monitor. Zusätzlich sollte er für geeignete Handlungen der Lernenden Punkte im Belohnungssystem buchen können.

Ausblick

Der modulare Aufbau eines Systems mit Komponenten unterschiedlicher Anbieter ist derzeit nicht möglich, da es, wie mehrfach erwähnt, weder die erforderlichen Komponenten in ausreichender Qualität noch standardisierte Schnittstellen zur Integration gibt.

Der im Fachartikel beschriebene Systemaufbau ist im Kern innerhalb des Digitalen Lehrwerks „Brainix“ umgesetzt. Auch aus Sicht des Brainix-Anbieters wäre die Umstellung auf ein modulares, offenes System im Sinne eines nachhaltigen Wettbewerbs um die besten Angebote für hochwertige Digitale Lehrwerke im Sinne optimaler Bildung wünschenswert. Der folgende, dritte Fachartikel dieser Reihe widmet sich ausführlich diesem Ziel.

 <p>Stiftung Digitale Bildung Digital Education Foundation www.digi-edu.org</p>  <p>KATHOLISCHE UNIVERSITÄT EICHSTÄTT-INGOLSTADT Didaktik Englisch English Didactics https://www.ku.de/slf/anglistik-amerikanistik/didaktik-der-englischen-sprache-und-literatur</p>	<h1>Ökosystem für hochwertige Lernsoftware</h1>		
	<p><i>Fachartikel</i></p> <p><i>Version 1.0</i></p>	<p>Stand:</p>	<p>März 2022</p>
<p>Verfassende:</p>	<p>Jürgen Biffar, Stiftung Digitale Bildung Heiner Böttger, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt</p>		

Vorwort

Dieser letzte von drei Fachartikeln beschreibt, wie in vier Phasen ein Ökosystem zur nachhaltigen Versorgung der Schulen mit hochwertiger Lernsoftware entsteht. Die Existenz eines solchen Ökosystems markiert gleichzeitig den Abschluss einer erfolgreichen Digitalen Transformation des Lernens an öffentlichen Schulen.

In dem diesem Artikel vorangegangenen ersten Fachartikel wurde grundsätzlich in Lernsoftware eingeführt, wie sie zur Steigerung des Lehr- und Lernerfolgs beiträgt und welche Anforderungen sie erfüllen muss. Der zweite Fachartikel widmete sich dem Systemaufbau digitaler Lehrwerke in für technische Laien verständlicher Sprache.

Der eilige Leser findet zu Beginn dieses Fachartikels ein Management Summary. Wir empfehlen, zuvor den ersten Artikel zur Einführung zu lesen. Für eine vertiefte Lektüre des hier vorliegenden Artikels zum Ökosystems ist die Kenntnis des im zweiten Fachartikels beschriebenen Systemaufbaus oder ein gelegentliches Nachschlagen darin hilfreich.

Inhalt

Vorwort	1
Management Summary	3
1. Durch Innovation und Wettbewerb zum besten Angebot	4
1.1. Sprunginnovation im öffentlichen Bildungssektor	4
1.2. Welche Innovationen werden gebraucht?	5
1.3. Vermeidung künftiger Oligopole	6
1.4. Kosten für hochwertige Lernsoftware	7
2. In vier Phasen zur erfolgreichen Digitalen Transformation	14
2.1. Phase 1 (2022/23): Grundlagendefinition und Evaluation	15
2.1.1. Pilotprojekt digitales Lernen mit aktuell verfügbaren Technologien	15
2.1.2. Anpassung Lernmittelzulassung	17
2.1.3. Definition der Plattformkomponenten	18
2.1.4. Innovationsfördernde Finanzierungsmodelle	20
2.1.5. Ausgabenentwicklung	21
2.1.6. Fördermaßnahmen	21
2.1.7. Förderung von Plattformkomponenten	22
2.1.8. Förderung von digitalen Lehrwerken	22
2.1.9. Förderung von vertikalen Lernprogrammen	23
2.1.10. Förderkriterien	23
2.1.11. Sinnvolles Fördervolumen und Ergebnis	24
2.1.12. Ergebnis der Phase 1 – Definition und Evaluation	24
2.2. Phase 2 (2024/25): Feindefinition, Entscheidung und Reifung	24
2.2.1. Überführung des Pilotprojektes in umfassende Felderprobung	24
2.2.2. Entwicklung der Plattformkomponenten	25
2.2.3. Priorität der Plattform-Komponenten	26
2.2.4. Definition einheitlicher Fremdsprachen-Wortschatz	27
2.2.5. Förderung von Softwareentwicklung	27
2.2.6. Ergebnis der Phase 2 – Feindefinition, Entscheidung und Reifung	28
2.3. Phase 3 (2026/27): Plattformkomponenten und Systemumstellung	28
2.3.1. Lernfortschritts-Monitor und Belohnungssysteme	28
2.3.2. App-Store	28
2.3.3. Anpassung bestehende Lernsoftware	29
2.3.4. Zusätzliche Lehrwerke und Lernprogramme	29
2.3.5. Ergebnis der Phase 3 – Plattformkomponenten und Systemumstellung	30
2.4. Phase 4 (2028/29): Zielgerade	30
3. Zusammenarbeit mehrerer Bundesländer	31

Management Summary

Ein flächendeckender Einsatz hochwertiger Lernsoftware erhöht den Lehr- und den Lernerfolg an unseren Schulen und führt zur Steigerung des Bildungsniveaus in allen sozialen Gruppen. Damit Software in der nötigen technischen und didaktischen Qualität für Schulen verfügbar wird, muss ein nachhaltiges Ökosystem entstehen, also ein Markt, der möglichst viele Softwareanbieter veranlasst, in hochwertige Produkte zu investieren und sie im gegenseitigen Wettbewerb den Schulen anzubieten.

Ein solches Ökosystem existiert, wenn drei Zustände erreicht sind: Erstens sind bereits **sehr gute digitale Lehrwerke im Einsatz**, dadurch schlägt vorhandene Skepsis gegenüber digitalem Lernen in Begeisterung um und es entsteht eine ausreichend große Nachfrage. Zweitens sind die Bildungsträger bereit, **deutlich mehr Geld für Lernmittel** zu investieren, um künftig die Kosten für Softwareentwicklung, die im Vergleich zu Schulbüchern um ein Vielfaches höher sind, zu decken. Drittens ist der **technische Systemaufbau modularisiert** und mit Standardschnittstellen versehen, damit auch kleinere Anbieter mit innovativer Lernsoftware erfolgreich am Wettbewerb teilnehmen können und keine neuerlichen, aus dem Schulbuchmarkt bekannte, Oligopole entstehen.

Der Zustand eines funktionierenden Ökosystems kann in vier Phasen innerhalb von 8 Jahren erreicht werden.

In Phase 1 werden grundlegende Definitionen erarbeitet und bereits bestehende Lernprogramme im Praxiseinsatz evaluiert. Als Basis für die künftige Modularisierung von Lernsoftware wird ein Architekturmodell festgelegt, technische Schnittstellen identifiziert und für dringende Module bereits detaillierte Standards definiert. Es wird ein Vorschlag für Umfang und Methoden der künftigen Finanzierung von digitalen Lernmitteln erarbeitet. Ein breiter Praxistest an Schulen evaluiert verfügbare Lernsoftware und definiert die Faktoren für mehr Lehr- und Lernerfolg. Staatliche Förderprogramme treiben die Neu- und Weiterentwicklung erfolgsversprechender Lernsoftware voran.

In Phase 2 erfolgt die Feindefinition der Softwaremodule des Architekturmodells mit allen Funktionen, Schnittstellen und Standards, unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz der Phase 1. Die Bildungsträger entscheiden über die künftige Finanzierung digitaler Lernmittel. Der Praxiseinsatz wird ausgeweitet. Die staatliche Förderung unterstützt die Erweiterung des Softwareangebots und die Anpassung an das Architekturmodell und dessen Schnittstellen.

In Phase 3 stellen mehrere Softwareanbieter die wichtigsten Komponenten des Architekturmodells fertig. Ganzheitliche Lehrwerke werden auf das Modell umgestellt und unterstützen die Schnittstellen, vertikale Lernprogramme können anschließend eingebunden werden. Staatliche Förderung gibt es nur noch für Software, die kompatibel zu den Standards sind. Der Reifegrad von Lernsoftware ist dank der bisherigen Förderung gestiegen, die Akzeptanz an den Schulen wächst spürbar.

Die Phase 4 werden die bisherigen Erfolge verfestigt. Am Ende steht der Nutzen digitalen Lernens außer Diskussion, die Nachfrage für hochwertige Software ist so groß, dass die Förderprogramme reduziert werden können und Innovationen auch unabhängig davon entstehen.

Am Ende der vierten Phase ist die erfolgreiche Digitale Transformation der öffentlichen Schulen weitgehend vollendet und es existiert ein Ökosystem, das die Versorgung der Schulen mit hervorragender Lernsoftware nachhaltig sicherstellt.

1. Durch Innovation und Wettbewerb zum besten Angebot

In unserem System der sozialen Marktwirtschaft existieren die besten Produkte dort, wo ein aktiver Wettbewerb zwischen einer größeren Zahl von Anbietern um viele kaufbereite Kunden besteht. Die Kunden müssen die Wahl unter Produkten haben, die sie miteinander vergleichen können. Paradebeispiel war bisher die deutsche Automobilindustrie.

Um überhaupt so weit zu kommen, braucht es zunächst Innovation. Ein Unternehmen investiert in ein innovatives Produkt, in der Erwartung, dass nach dessen Entwicklung so viel Nutzen und Begeisterung bei den potenziellen Käufern entsteht, dass diese bereit sind, dafür Geld auszugeben. Und zwar so viel Geld und so viele Käufer, dass sich die Anfangsinvestitionen amortisieren und anschließend mit der laufenden Herstellung und dem Verkauf Geld verdient werden kann. Bekanntestes Beispiel war das iPhone.

Das innovative Unternehmen ist dabei zunächst Monopolist und kann den Preis selbst festsetzen. Würde das so bleiben, könnte sich das Unternehmen zurücklehnen und dauerhaft ohne weitere Produktverbesserungen oder Innovation Geld verdienen. In einen attraktiven Markt mit vielen interessierten Käufern treten aber automatisch Nachahmer ein. Sie bemühen sich, Produkte der gleichen Art entweder besser oder billiger anzubieten. Dadurch entsteht Wettbewerb, auch das innovative Unternehmen muss sich anstrengen und seine Produkte ständig verbessern. Durch diesen Mechanismus haben wir heute im Smartphone-Markt die gleiche Situation wie im Markt für Automobile.

Die Erfindung des Autos und des Smartphones stellten eine Sprunginnovation dar, mit der völlig neue Produkte einen Markt schufen, der aufgrund ihres von den Käufern empfundenen Nutzens sehr groß wurde. Die Verbesserungen in der späteren, reifen Marktphase werden durch inkrementelle Innovationen erreicht.

1.1. Sprunginnovation im öffentlichen Bildungssektor

Auch wenn es bereits heute Lernsoftware gibt, bedarf es doch einer Sprunginnovation, um über den Einsatz in der Breite einen wirksamen Effekt auf das Bildungsniveau zu haben. Auch vor dem Automobil gab es bereits Dampfkutschen und vor dem iPhone elektronische Organizer.

Warum passieren diese Sprunginnovationen nicht bei Lernsoftware? Sie passieren in der Tat schon, aber nur im privaten Markt. Die Erfolgsgeschichte von Babel und Duolingo, die das Sprachenlernen einen großen Schritt voranbrachte, war nur möglich, weil die Menschen für das Produkt begeistert werden konnten und weil sie ohne jegliche Regulierung selbst eine Kaufentscheidung treffen und durchführen konnten. Nach frühen Erfolgen der ersten Softwareversionen bei einer kleinen Testgruppe konnte das Produkt verbessert werden, die Testgruppe wurde vergrößert und die Zufriedenheit wuchs. Nachdem der private Markt keine Barrieren hat, waren zusätzliche Investitionen in Produktverbesserungen und Marketing sinnvoll, führten zu immer mehr Benutzern und schließlich zum Durchbruch.

Im öffentlichen Bildungswesen verhindert die Komplexität des Kaufs von Lernmitteln solche Sprunginnovationen.

Ein digitales Lernmittel

- muss Schüler und Lehrer überzeugen, damit sie es wollen,
- wird von den Eltern oder vom Sachaufwandsträger bezahlt,

- sollte einheitlich pro Klasse verwendet werden,
- muss damit mehrheitlich von den Eltern befürwortet werden, wenn sie es bezahlen,
- muss eine offizielle Lernmittelzulassung erhalten, wenn Lehrkräfte oder Schule es eigenständig beschaffen und vom Sachaufwandsträger bezahlen lassen wollen,
- muss inhaltliche und methodische Anforderungen des Lehrplans erfüllen,
- kann nur in den begrenzten Markt desjenigen Bundeslandes verkauft werden, für das es die Lernmittelzulassung erhalten hat,
- muss höchsten Anforderungen an den Datenschutz gerecht werden.

Neue digitale Techniken werden immer kontrovers gesehen. Im öffentlichen Bildungswesen müssen für den Einsatz solcher neuen Techniken zunächst Mehrheiten gefunden werden, bevor ihr Einsatz überhaupt erfolgen kann. Im Fall des iPhones oder der genannten Sprachtrainer setzten sich die Produkte über die Begeisterung der Benutzer durch.

Wegen all dieser Unwägbarkeiten wagt kein Unternehmen die hohen Investitionskosten für sehr gute Lernsoftware. Sprunginnovationen oder auch generell hochwertige Lernsoftware entstehen damit nicht von selbst.

Die genannte Problematik der Lernmittelbeschaffung ist nicht einem überbürokratisierten System zuzuschreiben, sondern liegt in der Natur der Sache, ist in jedem Land der Welt ähnlich und muss daher grundsätzlich akzeptiert werden.

Ähnlich wie in anderen, regulierten Branchen, in denen der Staat die Verantwortung trägt, muss er auch im Bildungswesen Sprunginnovationen anschieben und Rahmenbedingungen für einen innovativen Wettbewerb schaffen.

1.2. Welche Innovationen werden gebraucht?

In den vorangegangenen Fachartikeln haben wir Lernsoftware in vertikale Lernprogramme, horizontale Lernprogramme und ganzheitliche digitale Lehrwerke kategorisiert.

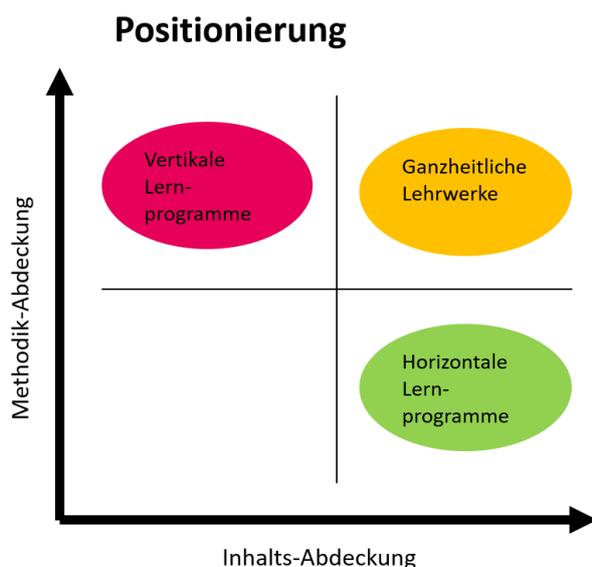


Abb. Lernsoftware-Typen

Digitale Lehrwerke kombinieren die Stärken der vertikalen und horizontalen Lernprogramme, bilden darüber hinaus einen Lehrplan komplett ab und ermöglichen den Lehrkräften durch das laufende Monitoring des Lernfortschritts eine effektive und differenzierende Förderung ihrer Schülerinnen und Schüler. Als „Königsklasse“ innerhalb der Lernsoftware-Angebote haben sie – hohe Qualität vorausgesetzt – den stärksten Einfluss auf den Lehr- und Lernerfolg, insbesondere für die Vermittlung von Basiswissen in den Jahrgangsstufen 5 bis 10. Ihr Anspruch ist, dass kein Kind mehr abgehängt wird, auch im Falle schwächerer Lehrkräfte, und dass Engpasssituationen an den Schulen ohne Lernausfälle überwunden werden. Digitale Lehrwerke, die das leisten, hätten bei einem flächendeckenden Einsatz den größten Einfluss auf das Bildungsniveau. Entsprechend würde Sprunginnovation hier am meisten Nutzen bewirken.

Vertikale Lernprogramme sind inhaltlich fokussiert und vermitteln die ausgewählten Themen bei entsprechender Qualität so, dass sie von allen verstanden werden und sich das Wissen verfestigt. Für besonders kritische Themen, z.B. in Mathematik und den Naturwissenschaften, können fokussierte Lernprogramme signifikanten Einfluss auf das Bildungsniveau haben. Ähnlich wie die Inhalte sind auch die Anbieter vertikaler Lernprogramme häufig spezialisiert, wie z.B. Universitätsinstitute. Damit können Innovationen zu besseren inhaltspezifischen Lern- und Vermittlungsmethoden führen als bei den eher generalistisch tätigen Anbietern von ganzheitlichen Lehrwerken. Im Idealfall finden die Innovationen bei vertikalen Lehrwerkzeugen Eingang in ganzheitliche Lehrwerke, weswegen ein Ökosystem auch diesen Weg eröffnen sollte.

Horizontale Lehrwerke werden meist als Ergänzung zum Schulbuch angeboten. Solange das Primat des Schulbuches bestehen bleibt, ist bestenfalls mit inkrementellen Innovationen zu rechnen. Wird die Abhängigkeit vom Schulbuch aufgehoben und steht das Streben nach den didaktisch und technologisch besten Methoden im Vordergrund, bewegen sich horizontale Lernprogramme in Richtung ganzheitliches digitales Lehrwerk. Resultiert die Loslösung vom Schulbuch in hochwertigen digitalen Lehrwerken, hat eine Sprunginnovation stattgefunden.

1.3. Vermeidung künftiger Oligopole

Wie leicht vorstellbar, ist die Entwicklung ganzheitlicher digitaler Lehrwerke in guter Qualität sehr aufwändig, um ein Vielfaches aufwändiger als die Entwicklung analoger Lernmittel, also Schulbücher, Aufgabenhefte, Lehrhandbücher etc. Im analogen Segment wird der Markt von wenigen großen Verlagen dominiert, pro Fach und Jahrgang haben die Schulen i.d.R. die Wahl zwischen nur zwei oder drei Anbietern. Würde der Markt ganzheitlicher digitaler Lehrwerke aufgrund des sehr hohen Investitionsaufwandes in Zukunft in ähnlicher Weise von wenigen Anbietern dominiert, ist wegen des geringen Wettbewerbs mit wenig Innovation zu rechnen.

Wenn es dem Staat gelingt, durch geeignete großvolumige Förderprogramme eine Sprunginnovation für gute, ganzheitliche digitale Lehrwerke herbeizuführen, ist darauf zu achten, dass dadurch keine neuen, marktbeherrschenden Anbieter entstehen.

Dazu müssen ganzheitliche digitale Lehrwerke langfristig so modular aufgebaut sein, dass die einzelnen Komponenten von unterschiedlichen, auch kleineren und spezialisierten Anbietern beigesteuert werden, die selbst untereinander in ständigem Wettbewerb um die besten Inhalte und Methoden stehen. Im Idealfall sind in einem digitalen Lehrwerk die besten vertikalen Lernprogramme integriert.

Aber nicht nur die einzelnen Lerninhalte sollten modular aufgebaut werden können, auch die Plattformkomponenten eines digitalen Lehrwerks sollten von unterschiedlichen Anbietern beigesteuert werden. Im vorangegangenen Artikel „Systemaufbau Digitaler Lehrwerke“ wurden die

Plattformkomponenten beschrieben und dabei die Einbindung sowohl vertikaler und horizontaler Lernprogramme als auch anderer im Schulbetrieb verwendeter Software (z.B. Schulverwaltung) berücksichtigt.

Die Aufgabe eines nutzbringenden Ökosystems ist, sicherzustellen, dass alle erforderlichen Inhalts- und Plattformkomponenten ständig in bestmöglicher Qualität zu angemessenen Preisen am Markt verfügbar sind und von den Anwendern, also Schülern, Lehrern und Schulverwaltungen, problemlos integriert genutzt werden können.

Seit fast zehn Jahren bemühen sich die Bundesländer um die Erstellung und Bereitstellung digitaler Schulplattformen. Die meisten Länder gehen eigene Wege, der mittlerweile abgeschlossene Versuch, aus Bundesmitteln eine gemeinsame Plattform „SchulCloud“ zu entwickeln, hat daran nichts geändert. In jüngster Zeit lag der Digital-Fokus der Kultusministerien auf der Bereitstellung von Infrastruktur-Plattformen für den Distanzunterricht, also Text-, Sprach- und Videokommunikation und Dokumentenmanagement. Die bisher erzielten Ergebnisse sowie alle in Arbeit befindlichen Konzepte sind in eine Ökosystem-orientierte Plattform-Strategie zu integrieren.

1.4. Kosten für hochwertige Lernsoftware

Um fundierte Entscheidungen über Maßnahmen für eine erfolgreiche digitale Transformation zu treffen, ist ein Verständnis für die Kosten hochwertiger Lernsoftware im Vergleich zu Schulbüchern und die Auswirkungen auf die Lernmittelbudgets der Bildungsträger notwendig.

In der folgenden Modellrechnung werden die Kosten für Erstellung und Betrieb eines hochwertigen digitalen Lehrwerkes mit denen eines Schulbuches verglichen und dem heute üblichen Abnahmepreis für Schulbücher gegenübergestellt. Sie orientiert sich an Hauptfächern, die 4-stündig in den Jahrgängen 5-7 unterrichtet werden, z.B. Mathematik oder Englisch an Gymnasien.

Die Werte für das Schulbuch sind geschätzt und ggf. durch Angaben der Verlage zu verifizieren. Ebenso basieren die Abnahmepreise auf Annahmen. Die Werte für ein Digitales Lehrwerk beruhen auf Angaben der Brainix GmbH. Die Modellrechnung ist damit unscharf, aber die Größenordnungen veranschaulichen, wo bei künftigen Preis- und Beschaffungsmodellen angesetzt werden muss.

Das Modell nutzt gängige Methoden der Kostenrechnung so vereinfacht, dass es auch ohne kaufmännische Vorbildung verstanden wird. Zur weiteren Verfeinerung kann das zugrundeliegende Excel-Kalkulationsblatt bereitgestellt werden.

Erstellungskosten neuer Werke. Im ersten Kalkulationsblatt werden die einmaligen Kosten für die Neuentwicklung eines Schulbuches und eines digitalen Lehrwerkes dargestellt.

	Schulbuch Lehrbuch plus Regel- /Grammatikheft und Aufgabensammlung für ein Schuljahr	Digitales Lehrwerk Digitale Kompetenzvermittlung, Stoffverfestigung und Lernfortschritts- Monitoring für ein Schuljahr
Erstellungskosten Fix		
Neuentwicklung eines Werkes	300.000 € (Autorenarbeit, Layout und Medienlizenzen. Erste Auflage. Grundlegende Techniken und betriebliche Prozesse sind vorhanden.)	800.000 € (Autorenarbeit, UX-Design und Medienlizenzen sowie Programmierung neuer Vermittlungsmethoden. Plattformfunktionen und Content- Management-System mit grundlegenden Aufgabentypen müssen bereits vorhanden sein, ebenso betriebliche Prozesse.)
Kosten für Wartung/Pflege pro Jahr	0 € (Aktualisierungen erfolgen im Rahmen neuer Auflagen)	80.000 € (Auswertung der Nutzerdaten und Einbringung in laufenden Verbesserungsprozess; Aktualisierung des Inhalts aufgrund neuer Gegebenheiten; Anpassung an neue Betriebssystem-/Browser-Versionen)
Kosten Folgeauflage nach 5 Jahren	200.000 € (Beseitigung von Fehlern, Anpassung an kleinere Lehrplanänderungen)	0 € (Fehlerbeseitigung und Anpassungen in lfd. Pflege enthalten)
Lebenszeit bis zur kompletten Neuentwicklung	10 Jahre	10 Jahre
Entwicklungskosten gesamt (Über die Lebenszeit)	500.000 €	1.600.000 €
Vertriebskosten-Aufschlag (Anteilige Vertriebs und Marketingkosten bei angenommen 10 Büchern/Lehrwerken im Angebot)	90%	25%
Vertriebskosten-Beitrag	450.000 €	400.000 €
Verwaltungskosten-Aufschlag (Aufschlag zur Finanzierung der Gesamtverwaltung der Organisation)	10%	10%
Verwaltungskosten-Beitrag	95.000 €	200.000 €
Gewinn-Aufschlag (Aufschlag, den das einzelne Werk zum Gewinn der Organisation beitragen muss)	20%	20%
Gewinn-Beitrag	209.000 €	440.000 €
Erstellungskosten Fix gesamt (Gesamte fixe Kosten über 10 Jahre, die der Verkaufserlös mit abdecken muss, damit sich die Investition rentiert)	1.254.000 €	2.640.000 €

Variable Kosten für die Bereitstellung. Das zweite Kalkulationsblatt stellt die variablen, also pro Schülerin oder Schüler anfallenden Kosten für die Bereitstellung innerhalb eines Jahres gegenüber.

Kosten variabel pro Schüler und Jahr	Schulbuch	Digitales Lehrwerk
	Lehrbuch plus Regel-/Grammatikheft und Aufgabensammlung für ein Schuljahr	Digitale Kompetenzvermittlung, Stoffverfestigung und Lernfortschritts-Monitoring für ein Schuljahr
Kosten für Bereitstellung periodisch	6,00 € (Druckkosten für Lehrbuch und Regel-/Grammatikheft, einmalig über die Nutzungsdauer)	0,00 € (keine Druckkosten)
Nutzungsdauer	5 Jahre	
Anteilige periodische Kosten	1,20 € (Periodische Druckkosten umgelegt auf das einzelne Schuljahr)	0,00 €
Kosten für Bereitstellung pro Jahr	1,50 € (Druckkosten für Aufgabensammlung mit Nutzungsdauer von 1 Jahr)	6,00 € (pro Jahr Bereitstellung im Cloud-Rechenzentrum + Support für Lehrer, Schüler und Schulen)
Bereitstellungskosten gesamt	2,70 €	6,00 €
Vertriebskosten-Aufschlag (20% für Betreuung der einzelnen Schulen)	20%	20%
Vertriebskosten-Beitrag	0,54 €	1,20 €
Verwaltungskosten-Aufschlag (Aufschlag zur Finanzierung der Gesamtverwaltung der Organisation)	10%	10%
Verwaltungskosten-Beitrag	0,32 €	0,72 €
Gewinn-Aufschlag (Aufschlag, der pro Schüler und Jahr zum Gewinn der Organisation beitragen muss)	20%	20%
Gewinn-Beitrag	0,71 €	1,58 €
Variable Kosten pro Schüler und Jahr	4,28 €	9,50 €

Im Laufe der Lebenszeit eines Lehrwerkes muss die Differenz aus den variablen Kosten und den tatsächlichen Umsatzerlösen des Anbieters die fixen Erstellungskosten decken, damit sich die Investition in ein neues Werk rentiert hat.

Lernmittelausgaben. Die folgende Kalkulation schätzt die jährlichen Ausgaben von Eltern und Sachaufwandsträgern für die derzeitigen, weitgehend analogen Lernmittel eines vierstündigen unterrichteten Hauptfaches.

Lernmittelausgaben pro Schüler, Jahr und Fach

Einkauf Sachaufwandsträger (Im Rahmen der Lernmittelfreiheit für ein neues Lehrwerk incl. Regel-/Grammatikbuch)	50 €
Lebensdauer Lehrwerk	5 Jahre
Einkauf Sachaufwandsträger pro Schüler/Schuljahr/Fach	10 €
Einkauf Eltern (Aufgabenheft etc. pro Jahr)	10 €
Lernmittelausgaben gesamt pro Schüler/Jahr/Fach	20 €

Vergleicht man diese angenommenen Ausgaben für ein Lehrwerk mit den variablen Kosten, stellt man fest, dass beim Schulbuch rund 15 Euro und bei einem digitalen Lehrwerk rund 10 Euro pro Schüler und Jahr als Beitrag zur Deckung der ursprünglichen Erstellungskosten übrigbleiben.

Angesichts der im Vergleich zum Schulbuch mehr als doppelt so hohen Erstellungskosten für ein digitales Lehrwerk müssen sehr viel mehr Schülerinnen und Schüler ein solches Lehrwerk nutzen, damit sich die Investition für den Anbieter rentiert. Die folgende vergleichende Rentabilitätsrechnung für Schulbuch und digitales Lehrwerk verdeutlicht das.

Rentabilität 1:

Wie viele Schüler müssen ein Lehrwerk nutzen, damit sich die Investition bei gleichbleibenden Lernmittelausgaben innerhalb von 10 Jahren rentiert?

	Schulbuch Lehrbuch plus Regel- /Grammatikheft und Aufgabensammlung für ein Schuljahr	Digitales Lehrwerk Digitale Kompetenzvermittlung, Stoffverfestigung und Lernfortschritts- Monitoring für ein Schuljahr
Annahme Umsatz pro Schüler/Jahr (Lernmittelausgaben Sachaufwandsträger und Eltern)	20,00 €	20,00 €
Variable Kosten pro Schüler/Jahr (Variable Kosten der Anbieter für die Bereitstellung)	4,28 €	9,50 €
Beitrag Erstellungskosten-Deckung (Umsatz minus Variable Kosten pro Schüler und Jahr, womit zur Deckung der fixen Erstellungskosten beigetragen wird)	15,72 €	10,50 €
Fixe Erstellungskosten	1.254.000 €	2.640.000 €
Erforderliche Anzahl Umsätze (Notwendige Anzahl der Beiträge zur Herstellungskosten-Deckung, um diese vollständig zu decken: Erstellungskosten geteilt durch Beitrag Erstellungskosten-Deckung)	79.755	251.524
Rentabilitäts-Zeitraum (Lebenszeit eines Werkes bis zur völligen Neuentwicklung, innerhalb derer sich die anfänglichen Investitionen rentieren müssen.)	10 Jahre	10 Jahre
Erforderliche Anzahl Nutzer (Anzahl der Schüler, die das Lehrwerk über den Rentabilitäts-Zeitraum nutzen müssen, damit sich die Investition in ein neues Lehrwerk rentiert: Anzahl Umsätze geteilt durch Rentabilitätszeitraum)	7.975	25.152

Geht man z.B. wie im Bundesland Bayern von rund 40 000 Schülerinnen und Schülern eines Gymnasial-Jahrganges aus, müssen sich knapp 20% aller Schulklassen für das gleiche Schulbuch, jedoch über 60% für das gleiche digitale Lehrwerk entscheiden, damit das Geschäft für die jeweiligen Anbieter lohnend ist.

Im Schulbuchbereich entspricht das in etwa der Realität und führt zur Situation des typischen Oligopols, in dem zwei bis drei Verlage für dieselbe Kombination aus Schulfach, Jahrgang und Schulart anbieten. Bei digitalen Lehrwerken könnte, wenn sich der digitale Weg einmal vollständig durchgesetzt hat, nur ein einzelner Monopolist überleben.

Die folgende, zweite Rentabilitätsrechnung zeigt nun auf, wieviel Geld für digitale Lehrwerke ausgegeben werden müsste, damit sich ein Angebot bei gleicher Nutzerzahl wie bei Schulbüchern lohnt.

Rentabilität 2:

Wieviel Geld müssten Staat und Eltern für ein digitales Lehrwerk zusätzlich ausgeben, damit sich die Investition für den Anbieter bei gleicher Zahl von Nutzern wie bei analogen Schulbüchern rentiert?

	Schulbuch Lehrbuch plus Regel- /Grammatikheft und Aufgabensammlung für ein Schuljahr	Digitales Lehrwerk Digitale Kompetenzvermittlung, Stoffverfestigung und Lernfortschritts- Monitoring für ein Schuljahr
Annahme Nutzer pro Jahr (In Berechnung "Rentabilität 1" für die Rentabilität von Schulbuchanbietern ermittelte Zahl an Schülern, die ein Buch über den Rentabilitätszeitraum im Wechsel nutzen)	7.975	7.975
Rentabilitäts-Zeitraum (Lebenszeit eines Werkes bis zur völligen Neuentwicklung, innerhalb derer sich die anfänglichen Investitionen rentieren müssen.)	10 Jahre	10 Jahre
Anzahl Umsätze im Zeitraum (Angenommene Nutzer mal Jahre des Rentabilitäts-Zeitraums)	79.755	79.755
Fixe Erstellungskosten (Oben ermittelte Erstellungskosten für die Entwicklung eines neuen Werkes)	1.254.000 €	2.640.000 €
Erforderlicher Beitrag zur Erstellungskosten-Deckung (Fixe Erstellungskosten geteilt durch Anzahl der Umsätze)	15,72 €	33,10 €
Variable Kosten pro Schüler/Jahr (Oben ermittelte variable Kosten für die Bereitstellung der Werke)	4,28 €	9,50 €
Erforderlicher Umsatz pro Schüler/Jahr (Preis, der für ein Werk pro Jahr und Schüler erzielt werden muss, damit sich die Entwicklung innerhalb des Rentabilitäts-Zeitraums rentiert)	20,00 €	42,61 €

Die Ausgaben pro Schulfach und Jahrgang müssten also mehr als doppelt so hoch sein, damit sich bei gleicher Zahl von nutzenden Schülerinnen und Schülern die Investition in ein digitales Lehrwerk lohnt.

Zusammenfassend verdeutlichen die Modellrechnungen folgendes:

- Einem Schulbuchverlag reicht es, etwa ein Fünftel der Schülerinnen und Schüler eines Faches und eines Jahrgangs auszustatten, um die Rentabilitätsschwelle für ein Buch zu erreichen.
- Damit erklärt sich die aktuelle Oligopol-Situation, in der es meist drei Anbieter für eine Fach/Jahrgang/Schulart-Kombination, also einen Lehrplan, gibt.
- Bei gleichbleibender Ausgabebereitschaft auf Seiten von Staat und Eltern und beim kompletten Ersetzen des Schulbuches durch ein ganzheitliches digitales Lehrwerk wäre nur Platz für einen Anbieter auf dem Markt. Dies entspräche einem Monopol, es gäbe keinen Wettbewerb.

- Staat und Eltern müssten künftig mindestens doppelt so viel Geld für Lernmittel ausgeben wie bisher, damit sich die Investition in hochwertige digitale Lehrwerke lohnt und ein Wettbewerb unter den Anbietern entstehen kann.

Mehrkosten für den Bildungsträger. In der vorangegangenen Kalkulation der Lernmittelausgaben teilen sich Eltern und Staat die Ausgaben je zur Hälfte. Würden in einem Bundesland der Staat und die Kommunen die Mehrkosten für digitale Lehrwerke allein tragen, der Beitrag der Eltern also konstant bleiben, muss der Staat künftig gut dreimal so viel für Lernmittel ausgeben, wie bisher.

Am Beispiel des Bundesland Bayerns ergibt sich daraus folgendes:

Anzahl Schüler an allgemeinbildenden, weiterführenden Schulen	800 000
Ausgaben pro Schülerin/Schüler und Jahr für Lernmittel derzeit	40 €
Ausgaben für Lernmittel gesamt derzeit	32 000 000 €
Ausgaben pro Schülerin/Schüler und Jahr für Lernmittel künftig	120 €
Ausgaben für Lernmittel künftig	96 000 000 €
Mehrausgaben bei vollständiger Ausstattung mit digitalen Lehrwerken	64 000 000 €

Teilen sich wie in Bayern Bundesland und Kommunen die Lernmittelkosten im Verhältnis 2/3 zu 1/3 entstünden folgende jährliche Mehrbelastungen für weiterführende Schulen:

Bundesland Bayern Mehrausgaben 2/3	ca. 43 000 000 €
Gesamthaushalt weiterführende Schulen	ca. 9 000 000 000 €
Mehrausgaben in Prozent	0,5%
Kommunen Bayern Mehrausgaben 1/3	ca. 21 000 000 €
Gesamtausgaben weiterführende Schulen (ohne Bauinvestitionen)	ca. 1 600 000 000
Mehrausgaben in Prozent	1,3%

Auf einen Landkreis mit 200 000 Einwohnern kämen dementsprechend rund 500 000 € Mehrausgaben pro Jahr zu.

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass es sich um Modellrechnungen handelt und die genaue Höhe aller Ausgaben und Umsätze für tiefergehende Betrachtungen zu verifizieren ist.

2. In vier Phasen zur erfolgreichen Digitalen Transformation

Um bestmögliches digitales Lehren und Lernen über ein nachhaltiges Ökosystem sicherzustellen, müssen gleichzeitig

1. die staatlichen Initiativen für **Plattformen und Rahmenbedingungen** fortgesetzt und
2. die **Entwicklung von hochwertiger Lernsoftware** mit öffentlichen Mitteln gefördert

werden, und zwar zunächst unabhängig voneinander. Beide Wege sind so zu konzipieren, dass die resultierenden Plattformkomponenten und die Lernsoftware zu einem definierten Zeitpunkt optimal integriert den Nukleus des gewünschten Ökosystem bilden.

Der bisherige Weg, erst staatlich gesteuert Plattformen zu entwickeln, auf denen aufbauend anschließend hochwertige Lernsoftware von Drittanbietern entwickelt und angeboten wird, funktioniert nicht. Die bisherigen Plattformen brauchen nach aller Erfahrung noch fünf bis zehn Jahre für die technische Reife, um die Anforderungen hochwertiger Lernsoftware zu erfüllen. Lernsoftware muss daher parallel weiterentwickelt werden, allerdings so, dass sie sich künftig problemlos in die Plattformen integriert lässt. Das ist dann gegeben, wenn standardisierte Schnittstellen für diese Integration etabliert sind. Bis dahin müssen die beiden Initiativen für Plattformen und Lernsoftware laufend voneinander lernen. Dieses Lernen muss durch im Folgenden genannte staatliche Vorgaben sichergestellt werden.

Unabhängig von den technischen Anforderungen, muss von der staatlichen Seite eine Preis- und Beschaffungsmethodik etabliert werden, auf deren Basis das Ökosystem im öffentlichen Schulwesen künftig funktionieren kann.

Im Folgenden wird ein Phasenmodell beschrieben, mit dem bereits kurzfristig spürbare Erfolge für das Bildungsniveau erzielt werden können, und am Ende der vierten Phase in rund acht Jahren ein Ökosystem existiert, das ohne weiteres staatliches Eingreifen zum dauerhaft bestmöglichen Einsatz hochwertiger Lernsoftware führt.

(Hinweis §6 VgV und §4 UVgO: Im Phasenmodell wird mehrfach auf die digitalen Lehrwerke „Brainix“ Bezug genommen und auch dessen Berücksichtigung empfohlen. Wir weisen darauf hin, dass die Autoren an der Entwicklung dieser Lehrwerke beteiligt waren und Beziehungen zur Brainix GmbH unterhalten.)

	Phase 1 Definition und Evaluation		Phase 2 Feindefinition, Entscheidung und Reifung		Phase 3 Plattformkomponenten und Systemumstellung		Phase 4 Zielgerade	
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Konzepte	Nutzererkenntnis, Finanzierungsmodell, Plattformstruktur, Benutzerverwaltung		Lernfortschritts-Monitor, Belohnungssystem, Einheitlicher Fremdsprachen-Wortschatz, Qualitätskriterien, Budgetplan					
Verfügbarkeit Plattform und andere Software			Standardisierte Benutzerverwaltungen + 10 darauf basierende Schulverwaltungsprogramme		Standardisierte Lernfortschritts-Monitore, Belohnungssysteme, und weitere wichtige Plattformkomponenten		Alle Plattformkomponenten mit standardisierten Schnittstellen in stabilem Zustand von mehreren Anwendern.	
Verfügbarkeit Lernsoftware	15 ganzheitliche Lehrwerke, 10 innovative Lernprogramme		25 ganzheitliche Lehrwerke 30 innovative Lernprogramme Basierend auf Standard-Benutzerverwaltung		35 ganzheitliche Lehrwerke 50 Lernprogramme, alle modular aufgebaut und standardisierte Lernfortschritts-Monitore und Belohnungssysteme unterstützend		50 ausgereifte, modulare Lehrwerke	
Einsatz Software	5%		20%		40%		60%	
Einsatz Buch	95%		80%		60%		40%	

Abb. Roadmap zur erfolgreichen Digitalen Transformation

2.1. Phase 1 (2022/23): Grundlagendefinition und Evaluation

In der ersten Phase werden vorhandene Produkte und Technologien evaluiert, Anforderungs- und Messkriterien sowie Finanzierungsmodelle definiert und die Entwicklung erfolversprechender Produkte und Technologien vorangetrieben.

2.1.1. Pilotprojekt digitales Lernen mit aktuell verfügbaren Technologien

Der Freistaat Bayern beabsichtigt, im Schuljahr 2022/23 an mehreren hundert Schulen digitales Lernen zu erproben und wissenschaftlich evaluieren zu lassen. Er hat dafür 16 Millionen Euro in den Haushalt eingeplant. Ähnliche Initiativen sollten in allen Bundesländern stattfinden. Um die Innovationen hin zu einem funktionierenden Ökosystem voranzutreiben wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen.

Marktsichtung und Auswahl der Fächer/Jahrgänge/Schularten sowie der technisch geeigneten Lernsoftware-Produkte in den drei Kategorien vertikale Lernprogramme, horizontale Lernprogramme und ganzheitliche digitale Lehrwerke. Die Kriterien für die Softwareauswahl können anhand der im ersten Artikel „Lernsoftware für öffentliche Schulen“ sowie im Katalog „Anforderungen an Digitale Lehrwerke“ der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt definiert werden.

Nach einer ersten Sichtung der in den drei Kategorien verfügbaren Software ist zu entscheiden, in welchen Fächern, Jahrgängen und Schularten evaluiert werden soll. Das Angebot für digitale Lehrwerke ist naturgemäß noch sehr gering, aber aufgrund des ganzheitlichen Ansatzes am interessantesten für die Evaluation. Brainix z.B. ist derzeit nur für Mathematik und Englisch in der 6. Jahrgangsstufe des Gymnasiums, ab Herbst 2022 zusätzlich für Mittelschulen und 5. Klassen Gymnasium verfügbar, womit diese Klassen gesetzt wären, wenn Brainix in die engere Auswahl kommt.

Nachdem ganzheitliche Digitale Lehrwerke das klassische Schulbuch ersetzen, gleichzeitig i.d.R. noch nicht über eine Lernmittelzulassung verfügen, muss den am Pilotprojekt teilnehmenden Schulen per Ausnahmebeschluss erlaubt werden, die ausgewählten digitalen Lehrwerke auch ohne Lernmittelzulassung anstelle des Schulbuches einzusetzen.

Um den Wert von Lernsoftware aus unterschiedlichen Kategorien vergleichen zu können, sollten für die Fach-/Jahrgangsstufen-/Schulartkombinationen, die mit digitalen Lehrwerken arbeiten, an anderen Schulen auch horizontale und vertikale Lernprogramme getestet werden. Horizontale Lernprogramme sind wie digitale Lehrwerke immer auf ein Fach, einen Jahrgang und eine Schulart ausgerichtet, die entsprechenden Angebote damit leicht zu identifizieren.

Die Auswahl vertikaler Lernprogramme ist schwieriger, da sie oft nur einen kleinen Teil des Lehrplaninhaltes abdecken, für eine sinnvolle Evaluation aber über einen längeren Zeitraum damit gearbeitet werden sollte. Es muss also eine Auswahl von Programmen für jedes Fach, jeden Jahrgang und jede Schulart getroffen werden, die jeweils in Kombination einsetzbar ist. Nachdem vertikale Lehrprogramme in letzter Zeit verstärkt bei den Schulen im Einsatz sind, hilft hier eine kurze Online-Umfrage bei Lehrkräften über die aus deren Sicht bewährtesten Produkte.

Organisation des Pilotprojektes mit Auswahl der teilnehmenden Schulen. Die Auswahl der Schulen muss parallel zur Auswahl der Lernsoftware erfolgen. Zwei Faktoren sind entscheidend: Starkes Interesse bei Schulleitung und Lehrkräften sowie Bereitschaft zur Schaffung der technisch-organisatorischen Voraussetzungen. Nachdem die grundlegende IT-Infrastruktur (WLAN, Beamer etc.) in den vergangenen Jahren weitgehend geschaffen wurde, geht es vor allem um die Ausstattung der Schülerinnen und Schüler mit geeigneten Endgeräten.

Die vorgesehenen Jahrgangsstufen sollten vollständig mit baugleichen Tablets oder Laptops ausgestattet sein, die im Wesentlichen von den Eltern beschafft werden. Wie das gut funktioniert, kann am Beispiel der Mittelschule Neunburg vor dem Wald beobachtet werden. Dort ist es gelungen, dass mittlerweile alle(!) Schüler mit Tablets arbeiten. 95% der Geräte wurden von den Eltern beschafft. Wenn diese das nicht wollten oder konnten, stellt die Schule Leihgeräte aus vorhandenen „Tablet-Koffern“. Die Verhinderung unerwünschter Nutzung (Computerspiele) wird durch eine zentrale Geräteverwaltung sichergestellt. Die Mittelschule Neunburg vor dem Wald wurde als „Digitale Schule 2020“ ausgezeichnet.

Neben der Auswahl von Schulen und Organisation der Technik ist die Schulung der Lehrkräfte zu organisieren, und zwar spezifisch je nach Lernsoftware-Kategorie. Der Schulungsbedarf kann ein Kriterium für die künftige Auswahl von Lernsoftware sein – gute Software sollte grundsätzlich mit geringem Trainingsaufwand nutzbar sein und die Anbieter sollten entsprechende E-Learnings oder Webinare im Angebot haben.

Entwicklung des Evaluationsverfahrens. Ebenfalls parallel zu den übrigen Vorbereitungsmaßnahmen muss die Methode zur Evaluation des Nutzens erarbeitet und die projektbegleitende Evaluation vorbereitet werden. Dies sollte wissenschaftlich fundiert und in erster Linie durch entsprechend

kompetente Universitätseinrichtungen erfolgen. Geeignete Lehrstühle sind an jeder Universität mit Lehramtsausbildung zu finden.

Die Evaluation soll

- ermitteln, in welchem Maße der Einsatz welcher Lernsoftware den Lehr- und Lernerfolg erhöht,
- die Erfolgsfaktoren identifizieren, um den Anforderungskatalog an digitale Lernsoftware weiterzuentwickeln und
- Empfehlungen erarbeiten, wie der Prozess der Lernmittelzulassung für Lernsoftware angepasst werden muss.

Letzteres vor allem unter Berücksichtigung von Cloud-Software, deren wesentliche Stärke die kontinuierliche Verbesserung anhand der Auswertung des Benutzerverhaltens ist. (Siehe unten, Anpassung Lernmittelzulassung.)

Kosten des Pilotprojektes. Die Kosten eines Pilotprojektes mit einer großen Zahl an Schulen entstehen vor allem durch das organisierende und evaluierende Personal und die Lizenzierung/Bereitstellung der Lernsoftware, sowie in geringerem Maße durch Zuschüsse an Schulen für die Beschaffung noch fehlender Hardware. (Es sollte durch das Projektdesign vermieden werden, dass Schulen das Projekt in erster Linie für die Finanzierung von Hardware nutzen, die nur in geringem Maße dem Projekt dienen. Erfahrungsgemäß ist diese Gefahr groß.)

Soweit in den Ministerien selbst die personellen Kapazitäten nicht vorhanden, nicht frei oder nicht kurzfristig beschaffbar sind, können Universitäten in allen Phasen unterstützen, sie haben i.d.R. schnelleren Zugriff auf studentische Kräfte und können ohne Vergabeprozess beauftragt werden.

2.1.2. Anpassung Lernmittelzulassung

Für den einfachen Einsatz von Lernsoftware an den Schulen im Rahmen der Lernmittelfreiheit ist in den meisten Bundesländern eine formale Lernmittelzulassung erforderlich. Bei der Lernmittelzulassung prüft das Kultusministerium die Eignung des Lernmittels anhand der Anforderungen im Lehrplan (oder Bildungsplan) für Fach/Jahrgangsstufe/Schulart. Dieser sehr aufwändige Prozess stellt für die Anbieter von Lernsoftware eine große Hürde dar, zumal er pro Bundesland separat durchlaufen werden muss. Er ist in seiner aktuellen Form innovationshemmend und muss daher weiterentwickelt werden.

Anpassung an moderne Cloud-Software. Ein wesentlicher Vorteil von Cloud-Software ist, dass sie permanent angepasst und verbessert werden kann. Das ist im derzeitigen Zulassungsverfahren nicht vorgesehen: Die Zulassung muss für eine bestimmte Softwareversion beantragt werden, die anschließend nicht mehr geändert werden darf. Soll das dennoch geschehen, muss eine erneute Zulassung beantragt werden. Für moderne Lernsoftware ist das kontraproduktiv: Sie misst (anonymisiert) genau, wie gut Schülerinnen und Schüler mit der Software zurechtkommen, ob das Aufgabenniveau angemessen ist, ob die Erklärungen verstanden wurden, ob das von der Software gegebene Feedback passt. Die Messungen und Erkenntnisse fließen im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses in die Weiterentwicklung einzelner Aufgaben, Lektionen und Methoden ein. Daneben werden aber auch Themen aktualisiert, wenn z.B. in der Landeskunde der Name eines Präsidenten geändert werden muss.

Die Lernmittelzulassung muss daher für Hauptversionen gelten, gleichzeitig die Weiterentwicklung in Unterversionen zulassen, wobei es für die Unterscheidung von Haupt- und Unterversionen einfache und praxisnahe Richtlinien geben muss.

Schnellzulassung und Vollzulassung. Um die Barriere des Marktzuganges zu reduzieren, ist die derzeitige Lernmittelzulassung um eine zeitlich begrenzte Schnellzulassung zu ergänzen. Sie sollte anhand vereinfachter Kriterien, je nach Softwareumfang innerhalb von ein bis zwei Monaten erfolgen. Die Schnellzulassung gilt für einen begrenzten Zeitraum, z.B. drei oder vier Jahre, innerhalb derer die Vollzulassung erreicht werden muss. Mit der Schnellzulassung kann die Software schulbuchersetzend im Rahmen der Lernmittelfreiheit eingesetzt werden. Läuft der Zulassungszeitraum aus, ohne dass die Vollzulassung erfolgte, erlischt die Lernmittelzulassung.

Einbezug des Lehrkräftefeedbacks. Lehrkräfte, die Lernsoftware anstelle von Lehrbüchern einsetzen, sollten regelmäßig über die Erfahrungen mit den einzelnen Produkten befragt werden. Eine ausreichend große Zahl an teilnehmenden Schulen vorausgesetzt, können die Ergebnisse in die Re-Zertifizierungsverfahren der Lernsoftware einfließen.

Ausarbeitung während des Pilotprojektes. Die Anpassung der Lernmittelzulassung an die Anforderungen hochwertiger, innovativer Lernsoftware sollte in der Phase 1 erfolgen und an deren Ende verabschiedet werden. Mit den Anbietern des Pilotprojekts ist dabei der Dialog zu suchen.

Es wird deutlich, dass die für Lernmittelzulassung zuständigen Stellen künftig um entsprechende digitale Kompetenzen ergänzt werden müssen.

2.1.3. Definition der Plattformkomponenten

Während der Phase 1 werden die Plattformkomponenten definiert, die bereitgestellt werden sollen, und in die künftig Lernsoftware integriert werden soll. Für eine solche Integration bieten die Plattformkomponenten Funktionen an, die von der Lernsoftware genutzt werden. Eine Plattformkomponente kann z.B. die zentrale Benutzerverwaltung sein, die der Lernsoftware die Funktion „Login eines Benutzers“ bietet.

Struktur der Plattformkomponenten. Im Fachartikel „Systemaufbau Digitaler Lehrwerke“ dieser Serie haben wir Plattformkomponenten benannt und die Ebenen „Grundplattform“ und „Lernplattform“ unterteilt. Der Artikel bietet einen schnellen Einstieg in die Thematik. Die Telekom-Stiftung hat 2021 ein sehr viel detaillierteres Modell für Lernplattformen entwickelt und mit den Plattforminitiativen der Bundesländer und größeren Städte abgeglichen (<https://www.telekom-stiftung.de/aktivitaeten/schulische-lernplattformen-deutschland>). Die eingehende Lektüre wird dringend empfohlen.

Zur finalen Strukturierung der Plattformkomponenten sind diese zu benennen, zu gliedern, und mit ihren Funktionen aus Benutzersicht sowie die Interaktionen mit den jeweils anderen Plattformkomponenten und den unterschiedlichen Arten der Lernsoftware zu beschreiben.

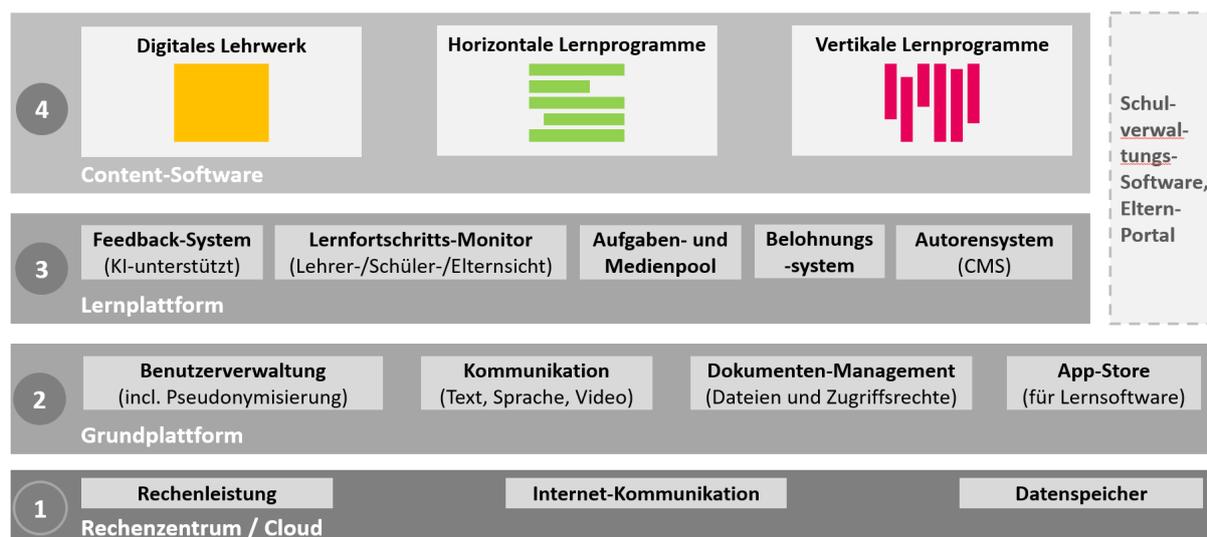


Abb. Aufbau von Lernsoftware mit Plattformkomponenten

Wichtig für den Erfolg der künftigen Digitalisierung ist, dass die Strukturierung der Plattformkomponenten zwischen den einzelnen staatlichen Bildungsträgern (Ländern) und den wichtigsten Softwareanbietern zumindest konsensfähig ist, im Idealfall sogar unter diesen abgestimmt wird. Auf der noch grob granularen Ebene der Strukturierung sollte das aus Sicht der Autoren weitgehend möglich sein.

Funktionen der Plattformkomponenten. Die im Rahmen der Strukturierung festgelegten Funktionen aus Benutzersicht und die Interaktionen mit anderen Komponenten werden im nächsten Schritt erweitert bis zur Definition einzelner Anwenderfunktionen (mit User-Interface) und Programmierschnittstellen (APIs). Im Endzustand gibt es für beide entsprechende Standards (Normen), die den beliebigen Austausch von Komponenten unterschiedlicher Anbieter ermöglichen. Sie ermöglichen den Wettbewerb um die beste Ausarbeitung von Plattform- und Lernsoftwarekomponenten.

Akzeptierte Standards für Anwenderfunktionen und Programmierschnittstellen sind Voraussetzung für ein funktionierendes Ökosystem.

An dieser Stelle weisen wir darauf hin, dass ein solcher Idealzustand grundsätzlich nur mit viel Aufwand und Zeit zu erreichen ist. Aber in der Phase 1 kann die Grundlage für den mittelfristigen Erfolg geschaffen werden. Im Wesentlichen sind für die sinnvolle Definition von Funktionen und Schnittstelle zwei Maßnahmenbündel notwendig:

Im Rahmen der *Bestandsanalyse* werden die bereits existierenden Plattformen, Plattformkomponenten und etablierte Anwendungssoftware (insbesondere zur Schulverwaltung) – auch in anderen Bundesländern – untersucht und aus den Schnittmengen entsprechende Vorschläge für Standards erarbeitet.

Durch intensive *Beobachtung des Pilotprojektes* an den Schulen wird ermittelt, welche spezifische Anforderung die dort eingesetzte, innovative Lernsoftware an die Plattformkomponenten hat. Diese Anforderungen fließen die die Vorschläge der Bestandsanalyse mit ein.

Technologische Basis. Schließlich sind Richtlinien für die Technologien zu definieren. Auch das digitale Lernen wird künftig immer über die Cloud erfolgen. Die Software kann dabei sowohl direkt in der Cloud laufen, oder lokal auf Geräten installiert sein. In jedem Fall werden die Komponenten aber über das Internet miteinander kommunizieren. Das muss sowohl sicher als auch schnell

funktionieren. Wenn in der Lernsoftware die Lehrkraft eine Liste der Schüler einer Klasse mit ihrem jeweiligen Lernfortschritt sehen will, müssen die Schülernamen im Bruchteil einer Sekunde vom Benutzerverwaltungsprogramm geliefert werden, auch wenn dieses in einem anderen Rechenzentrum läuft.

Ergebnis Plattformkomponenten in Phase 1. Wie erwähnt ist die Existenz von auf etablierten Standards basierenden Plattformkomponenten Voraussetzung für ein funktionierendes Ökosystem. Gleichzeitig ist die Definition dieser Standards komplex und es ist eine große Zahl von Stakeholdern zu berücksichtigen. Am Ende der Phase 1 sollten die Standards für die dringendsten Komponenten final definiert sein. Allen voran gilt dies für die Benutzerverwaltung (Identity-Management). Für alle weiteren Komponenten sollten Entwürfe vorliegen und darin insbesondere die Anforderungen der innovativen Lernsoftware aus dem Pilotprojekt vermerkt sein.

2.1.4. Innovationsfördernde Finanzierungsmodelle

In einem funktionierenden Ökosystem werden Anbieter durch die Aussicht auf erfolgreiche Vermarktung dazu motiviert in Innovationen zu investieren. Der aktuelle Markt für Lernmittel bietet diese Perspektive wegen

- der eingangs erwähnten Komplexität der Lernmittelbeschaffung,
- der geringen Marktgröße im jeweiligen Bundesland,
- der zu kleinen Budgets für Lernmittelbeschaffung bei Sachaufwandsträgern

nicht.

Im Kapitel 1.4 wurden die Mehrkosten für hochwertige Lernsoftware im Vergleich zu Schulbüchern sowie die resultierenden Mehrausgaben für die Bildungsträger dargestellt. Im Falle des Bundesland Bayern würden sich die Ausgaben für Lernmittel der weiterführenden Schulen von 32 auf 96 Millionen Euro verdreifachen. Die Mehrausgaben von 64 Millionen Euro machen insgesamt knapp 1% des Gesamthaushaltes (ohne Neu- und Erweiterungsbauten) von Land und Kommunen für weiterführende Schulen aus.

Die Mehrausgaben wirken in ihrer absoluten Höhe hoch, im Vergleich zu den Gesamtausgaben eher gering. Unabhängig von der persönlichen Einschätzung zu deren Angemessenheit müssen die Mehrausgaben in jedem Fall durch den Nutzen gerechtfertigt werden: Mehr Lehr- und Lernerfolg für alle, höhere Bildungsgerechtigkeit und schlussendlich ein messbar höheres Bildungsniveau. Aus Sicht der Autoren steht dieser Nutzen im Falle des Einsatzes hochwertiger digitaler Lehrwerke außer Frage. Rein ökonomisch betrachtet bedeutet mehr Bildung höhere Einkommen, mehr Steuereinnahmen, weniger Sozialausgaben, und zwar in einem Maß, das die Erhöhung der Ausgaben um ein Vielfaches übersteigt.

In der Phase 1 muss der Bildungsträger entscheiden, künftig etwa dreimal so viel Geld für Lernmittel auszugeben, um mit hochwertiger Lernsoftware das Bildungsniveau signifikant zu steigern. Das Pilotprojekt in Phase 1 mit Evaluation eines gut organisierten, breiten Schulversuchs bietet ihm die Grundlage für die Entscheidung.

2.1.5. Ausgabenentwicklung

Die folgende Grafik zeigt eine mögliche Entwicklung und Aufteilung der Ausgaben für Lernmittel auf, nachdem die Bildungsträger in Phase 1 beschlossen haben, den Etat für Lernmittel zu verdreifachen und zugunsten von hochwertiger Lernsoftware umzuverteilen.

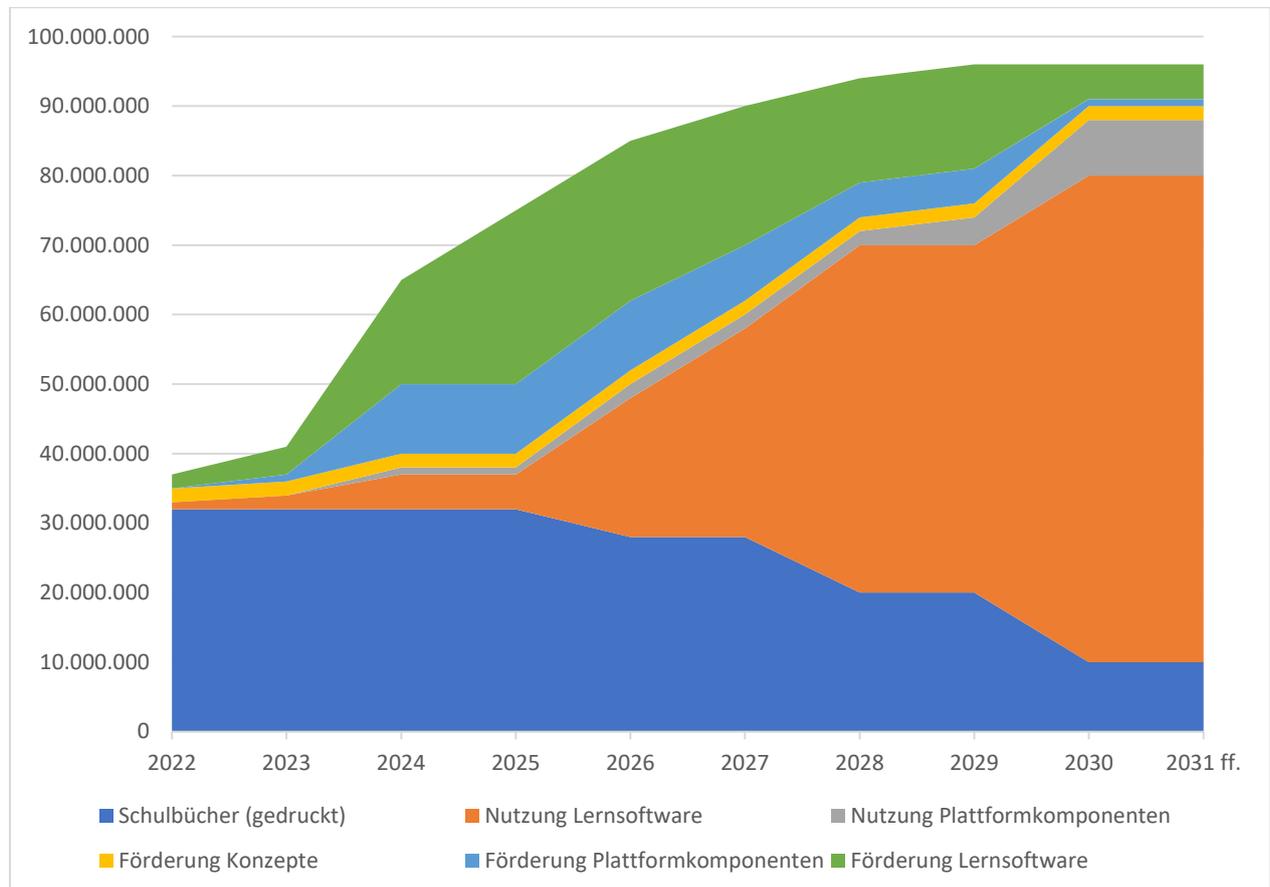


Abb. Entwicklung der Lernmittelausgaben (in Euro)

2.1.6. Fördermaßnahmen

Wie zuvor beschrieben, sollen in einem künftigen modularen System die Content-Software und die Plattform-Komponenten getrennt voneinander angeboten werden, sobald die nötigen Schnittstellen definiert und am Markt etabliert sind. Dadurch reduziert sich die Größe der einzelnen Module und auch kleinere, innovative Anbieter können hervorragende Lernsoftware für unsere Schulen anbieten. Bis sich alle nötigen Plattformkomponenten und Standardschnittstellen etabliert haben, werden auch unter optimalen Bedingungen zwischen 5 und 10 Jahren vergehen.

Damit unsere Gesellschaft bereits kurzfristig vom Nutzen digitaler Lernsoftware profitiert und damit das künftig Ökosystem überhaupt entstehen kann, muss der Staat schnellstmöglich mit geeigneten Förderprogrammen den Anschlag leisten.

Die Förderung muss bereits in Phase 1 greifen, nötigenfalls auch im Rahmen der bestehenden Haushaltsbudgets.

2.1.7. Förderung von Plattformkomponenten

Plattformen stehen bereits heute im Fokus von Bund und Ländern, wenn es um die Entwicklung von Digitaltechniken für Bildung geht. Aus Sicht der Autoren muss hier verstärkt an der *Definition* der Module und der einheitlichen Schnittstellen gearbeitet werden, also weniger der eigentlichen Softwareentwicklung. Trotzdem müssen die Plattformkomponenten auch entwickelt werden oder bestehende an die finalen Definitionen angepasst werden, aber erst, wenn die Definitionen abgeschlossen sind. Bis dahin können die bereits laufenden Projekte fortgesetzt und an den Schulen mit dem Bestand weitergearbeitet werden.

Wie am Ende des Kapitels „Definition der Plattformkomponenten“ empfohlen, sollten am Ende der Phase 1 vor allem die Komponenten der Benutzerverwaltung (Identity-Management) abschließend definiert sein, so dass sie ab Phase 2 in der Software umgesetzt werden können. Für diese Umsetzung sollten in Phase 1 Förderprogramme entwickelt werden, und zwar

- für die Entwicklung neuer Benutzerverwaltungs-Komponenten entsprechend den definierten Spezifikationen,
- für die Anpassung bestehender Benutzerverwaltungs-Komponenten an die Spezifikationen und
- für die Anpassung bestehender Lernsoftware an die Nutzung von Benutzerverwaltungs-Komponenten entsprechend den neuen Spezifikationen.

2.1.8. Förderung von digitalen Lehrwerken

Digitale Lehrwerke vereinen in ihrem ganzheitlichen Ansatz die methodische Breite horizontaler Lernprogramme (Aufgabensammlungen, Vokabeltrainer...) und die inhaltliche Tiefe vertikaler Lernprogramme (Vermittlung von Landeskunde, Erklärung von mathematischen Berechnungen...). Um problemlos im Unterricht an öffentlichen Schulen eingesetzt zu werden und um die Lernmittelzulassung des jeweiligen Kultusministeriums für diesen Einsatz zu erlangen, müssen sie an den Anforderungen des Lehr- oder Bildungsplans des jeweiligen Bundeslandes ausgerichtet sein.

Damit hochwertige digitale Lehrwerke aus eigenem Antrieb der anbietenden Unternehmen entwickelt werden – und damit zumindest eine Chance für Sprunginnovationen entsteht, sind zwei Voraussetzungen zu erfüllen:

1. Die Bildungsträger müssen wie vorstehend dargestellt „gewohnt“ sein, mehr Geld für digitale Lernmittel auszugeben als bislang für Schulbücher.
2. Die Akzeptanz für digitales Lehren und Lernen muss unter Lehrkräften und Eltern in der Breite vorhanden sein.

Um die erste Voraussetzung zu schaffen, muss erst der Nutzen nachgewiesen werden. Und für die zweite Voraussetzung braucht es Beispiele erfolgreichen Einsatzes. Für beide Voraussetzungen muss es bereits hochwertige digitale Lehrwerke geben, die aber kein Unternehmen aus eigenem Antrieb entwickelt. Die Wirtschaft spricht vom Henne-Ei-Problem.

Es ist also notwendig, dass mit finanzieller Förderung des Staates hochwertige digitale Lehrwerke bereitgestellt werden, die zunächst in ausgewählten Kombinationen aus Jahrgangsstufen, Schulfächern und Schularten zum einen den Nutznachweis erbringen und zum anderen Begeisterung bei der Schulfamilie erzeugen.

Staatliche Förderung digitaler Lehrwerke sollte folgende Stoßrichtungen verfolgen:

1. Bestandssicherung und Weiterentwicklung von jungen Unternehmen mit innovativen, erfolgversprechenden und bereits weitgehend einsetzbaren Lehrwerken
Startups, die sich wie z.B. Brainix mit ihrer Software von Beginn an einem ganzheitlichen Lehr- und Lernansatz verschrieben haben, können ohne finanzielle Unterstützung nicht bis zum Vorhandensein eines effektiven Ökosystems überleben. Wenn die bisher entwickelten Lehrwerke, gemessen an den Anforderungen für hochwertige digitale Lehrwerke erfolgversprechend sind, die Evaluation an Schulen kurzfristig möglich ist und eine wirtschaftliche Bestandsperspektive besteht, ist eine Förderung sinnvoll.
2. Weiterentwicklung horizontaler Lernprogramme zu ganzheitlichen Lehrwerken
Horizontale Lernprogramme, häufig von Schulbuchverlagen angeboten, decken meist bereits einen kompletten Lehrplan ab, dienen aber primär der Ergänzung der Wissensvermittlung, die weiterhin im Unterricht mit Schulbüchern stattfindet. Wenn etablierte Anbieter ihre horizontalen Lernprogramme um Inhalte und Methoden zur Vermittlung von Kompetenzen hin zu einem ganzheitlichen Ansatz so ergänzen möchten, dass innerhalb von ein bis zwei Jahren erste fertige Produkte verfügbar sind, ist eine Förderung eines solchen Projektes sinnvoll.

Der Nutzen einer solchen, kurzfristigen staatlicher Förderung lässt sich so zusammenfassen:

- In kurzer Zeit werden bereits mehrere ganzheitliche digitale Lehrwerke im Unterricht eingesetzt, Bildungsträger und Schulfamilien erhalten schnell wertvolle Erkenntnisse.
- Der Reifungsprozess der Lernsoftware setzt frühzeitig ein, dadurch sind kurzfristig wirklich hochwertige digitale Lehrwerke verfügbar.
- Anhand digitaler Lehrwerke im echten Schuleinsatz können die Anforderungen an die Schnittstellen für eine Modularisierung erarbeitet werden, und zwar so praxisnah, dass der künftige Erfolg modularer ganzheitlicher Lehrwerke möglich wird.
- Die generelle Etablierung digitalen Lehrens und Lernens wird vorangetrieben, breite Akzeptanz entsteht früher.

2.1.9. Förderung von vertikalen Lernprogrammen

Auch Lernprogramme, die ein bestimmtes Thema bzw. einen bestimmten Lerninhalt fokussieren, sollten in der ersten Phase gefördert werden. Durch kluge Förderung entstehen „Leuchttürme“, die zeigen, wie ein bestimmter Stoff oder eine bestimmte Kompetenz am besten erlernt werden kann. Solche herausragenden, vertikale Lernprogramme strahlen zum einen auf die Weiterentwicklung ganzheitlicher digitaler Lehrwerke ab und können zum anderen bei Verfügbarkeit in ein modulares Gesamtsystem eingeklinkt und Teil eines ganzheitlichen Lehrwerks werden.

2.1.10. Förderkriterien

Ob Entwicklungsvorhaben gefördert werden sollen, ist zum einen anhand **didaktischer und einsatzpraktischer Kriterien** zu prüfen. Sie sind im Katalog „Anforderungen an Digitale Lehrwerke“ zu finden: https://d2f7ad1d-becf-4ef0-9ec9-ce4d79d4c676.filesusr.com/ugd/722685_6c8c0abd9848475dbe057eec696f0b4a.pdf

Zum zweiten ist die in der Phase 1 die **zeitnahe Verfügbarkeit der Ergebnisse** wichtig. Am Ende der Phase 1 muss die Lernsoftware einsetzbar sein.

Zum dritten – und als Grundvoraussetzung - muss jedes bewerbende Unternehmen aufzeigen, wie die technische Architektur seiner Lernsoftware so modular aufgebaut ist, dass eine **künftige Integrationsfähigkeit in ein modulares System** mit zu benennendem Aufwand möglich ist oder wie diese grundsätzliche Integrationsfähigkeit im Rahmen des Förderprojektes hergestellt wird. Mit diesem Kriterium soll sichergestellt werden, dass die geförderten Produkte nach Definition und Verfügbarkeit aller relevanter Schnittstellen an solche angepasst werden und damit künftig Teil eines erfolgreichen Ökosystems werden können.

2.1.11. Sinnvolles Fördervolumen und Ergebnis

Im unter Kapitel 1.4. - *Kosten für hochwertige Lernsoftware* herangezogenen Beispiel, kostet die Entwicklung eines ganzheitlichen digitalen Lehrwerks rund 800 000 Euro. Die Kosten für die Weiterentwicklung eines horizontalen Lernprogrammes zum ganzheitlichen digitalen Lehrwerk liegen niedriger. Wenn zum Ende der Phase 1 etwa 10 zusätzliche digitale Lehrwerke zur Verfügung stehen sollen, ist hierfür ein Fördervolumen von rund 7 Millionen Euro vorzusehen.

Für die Förderung inhaltsfokussierender, vertikaler Lernprogramme können mit einem kleineren Budget von z.B. 2 Millionen Euro die 10 besten Vorschläge gefördert werden und zu den gewünschten „Leuchtturm-Lernprogrammen“ werden.

Durch intelligente finanzielle Förderung stehen den Schulen am Ende der Phase 1 **zehn gute ganzheitliche digitale Lehrwerke** und **zehn herausragende vertikale Lernprogramme** zur Verfügung.

2.1.12. Ergebnis der Phase 1 – Definition und Evaluation

Zusammenfassend sollten am Ende der Phase 1 folgende Ergebnisse erzielt sein:

- **Belastbare Erkenntnisse über den Nutzen** des umfassenden Einsatzes von Lernsoftware
- **Etablierung von digitalen Lehrwerken und Lernprogrammen** an mehreren hundert Schulen
- **Strukturdefinition für ein Modulsystem** aus Plattform- und Lernsoftwarekomponenten
- **Definition des Moduls „Benutzerverwaltung“**, insbesondere der Schnittstellen
- **Entscheidungsvorlage für künftiges Finanzierungsmodell** zu Sicherstellung eines nachhaltigen, innovationsfördernden Ökosystems
- **Verfügbarkeit von 10 ganzheitlichen digitalen Lehrwerken** für den Einsatz an öffentlichen Schulen
- **10 einsetzbare vertikale Lernprogramme** mit Leuchtturmcharakter

2.2. Phase 2 (2024/25): Feindefinition, Entscheidung und Reifung

In der Phase zwei werden die maßgeblichen Entscheidungen für das künftige Ökosystem getroffen.

2.2.1. Überführung des Pilotprojektes in umfassende Felderprobung

In der zweiten Phase wird das Pilotprojekt der Phase 1 weiterentwickelt zu einer umfassenden Felderprobung. Wesentliche Veränderungen sind dabei:

- **Hinzunahme der in Phase 1 mit staatlicher Förderung entwickelten, digitalen Lehrwerke und vertikalen Lernprogramme**

- Verschiebung des Evaluationsfokus auf den Vergleich der Lernsoftware hinsichtlich ihres Beitrages zum Lehr-/Lernerfolg: Vergleich der ursprünglichen Produkte hinsichtlich ihrer Verbesserung gegenüber der Phase 1 und Vergleich aller Produkte untereinander
- Implementierung eines zukunftsfähigen Preismodells für bislang geförderte Lernsoftware

Die ersten beiden Punkte sind selbsterklärend, zum Preismodell folgende Ausführungen:

Wie unter 1.4. - *Kosten für hochwertige Lernsoftware* dargelegt, müssen Eltern und Bildungsträger in einem funktionierenden Ökosystem künftig rund doppelt so viel Geld für digitale Lernmittel ausgeben als für die bisherigen analogen Lernmittel (im wesentlichen Schulbücher). Im Modell bedeutete dies künftig ca. 40 € pro Schüler / Schulfach / Schuljahr.

Schulen, die sich an der Felderprobung beteiligen, erhalten ein Budget in genau dieser Höhe, und zwar je 40 € für alle Schülerinnen und Schüler, die im jeweiligen Fach mit Lernsoftware unterrichtet werden und für die damit keine Kosten für Schulbücher und andere analoge Lernmittel anfallen.

Anbieter, die über bereits existierende digitale Lehrwerke oder vertikale Lernprogramme verfügen, stehen damit in der Phase 2 bereits im Wettbewerb darum, wer die meisten Schulen gewinnen kann.

Es stellt sich die Frage, warum Anbieter, deren Entwicklung in Phase 1 bereits umfassend finanziell gefördert wurde, nun den vollen Verkaufspreis erzielen sollen, der künftig auch für Anbieter gelten soll, die ihre Entwicklung aus eigener Kraft stemmen. Die Antwort ergibt sich aus der noch sehr frühen Phase des Marktes, in der

- zunächst noch vergleichsweise wenige Schulen und Lehrkräfte auf digitales Unterrichten umgestellt haben und
- die Produkte noch einen stärkeren „Reifungsprozess“ brauchen, also mehr Geld für die Verbesserung der bestehenden Lernsoftware ausgegeben werden muss.

Dementsprechend ist neben der Bezahlung auf Basis der tatsächlichen Nutzung zusätzlich auch weiterhin finanzielle Förderungen nötig.

2.2.2. Entwicklung der Plattformkomponenten

Die in Phase 1 erfolgte grundlegende Definition der Plattformkomponenten und ihrer Funktionen wird in Phase 2 um detaillierte Schnittstellendefinitionen erweitert. Hier ist viel Sorgfalt und Interaktion mit bestehenden und künftigen Marktteilnehmern nötig. Die Schnittstellen müssen sowohl den funktionalen Anforderungen gerecht werden als auch so implementiert werden können, dass sie mit ausreichend hoher Geschwindigkeit (Performance) reagieren, um ein optimales Nutzungserlebnis bei den Anwendern zu ermöglichen. Um das zu erreichen, muss sich der Staat von externen Experten mit einschlägiger Kompetenz beraten lassen.

Besonderer Fokus ist in Phase 2 wegen deren Dringlichkeit und Komplexität auf die Schnittstellendefinition der Komponenten für das Lernfortschritts-Monitoring und das Belohnungssystem zu legen. Die Definition ist anspruchsvoll, weil es keine Best-Practices aus anderen Branchen gibt und gleichzeitig ist sie wichtig, weil nur über diese Schnittstellen künftig vertikale Lernprogramme so eingebunden werden können, dass sie effektiver Bestandteil eines ganzheitlichen Lehrwerks werden. Die Lehrerschaft einer Schule soll in der Lage sein, aus einem großen Set an vertikalen Lernprogrammen die geeignetsten auszusuchen und zu einem ganzheitlichen Lehrwerk zusammenzusetzen. Oder sie soll in einem bestehenden ganzheitlichen Lehrwerk vorhandene Lektionen durch selbstgewählte Lernprogramme ersetzen können. Parallel zur Definition der

Schnittstellen soll ein Förderprogramm aufgelegt werden, das in Phase 3 die Implementierung ermöglicht, und zwar

- von Plattformmodulen für Lernfortschritts-Monitoring und Belohnungssystem und
- durch Anpassung bestehender Lernsoftware an die Schnittstellen.

Die Definition der Benutzerverwaltungs-Schnittstellen sollte bereits in Phase 1 abgeschlossen worden sein. Sie sollen in Phase 2 implementiert werden, so dass sie spätestens an deren Ende von den Plattform- und Lernsoftwarekomponenten genutzt werden können. Nachdem die meisten Bundesländer bereits präferierte Bildungsplattform-Lösungen ausgewählt haben, wird die Implementierung in der Regel darin bestehen, die Benutzerverwaltungs-Schnittstellen dieser Plattformen entsprechend anzupassen. Die Implementierung soll über das in Phase 1 definierte Förderprogramm sichergestellt werden.

Weiterhin sehr wichtig für ein funktionierendes Ökosystem ist ein „App Store“ für Lernsoftware und ggf. auch bestimmte Plattformlösungen. Lehrkräfte und Schulen sollen darin künftig die Komponenten einfach auswählen und lizenzieren können, aber auch Bewertungen abgeben. Ein Lernsoftware-App-Store unterscheidet sich vor allem dahingehend von anderen, bereits am Markt etablierten, dass er den spezifischen Beschaffungs- und Bezahlungsweg für Lernmittel berücksichtigen muss. Insbesondere Funktionen für die zentrale Beschaffung, wie z.B. Budgetverwaltung und Freigabe-Workflows spielen hier eine Rolle, die in Ergänzung zu den üblichen Online-Kaufmöglichkeiten angeboten werden sollten. Es sei angemerkt, dass die Verfügbarkeit einer Lernsoftware im App-Store keine Bedingung für deren Einsatz sein sollte. Die Anforderungen an einen „App Store“ sollten in Phase 2 detailliert definiert und die Bereitstellung eines Förderbudgets für die Umsetzung in Phase 3 geplant werden.

2.2.3. Priorität der Plattform-Komponenten

Die bisherige Darstellung lassen eine Priorisierung für die Bereitstellung bestimmter Plattformkomponenten erkennen. Die folgende Liste ordnet die Komponenten nach ihrer Dringlichkeit und berücksichtigt dabei den Nutzen der Standardisierung für die Anwender in den Schulen, die Reduktion des Entwicklungsaufwands für die Anbieter von Lernsoftware und den vor allem zeitlichen Aufwand für Definition und Erstellung der Plattformkomponenten:

1. Benutzerverwaltung
2. Lernfortschritts-Monitor
3. Belohnungssystem

- App-Store
- Feedback-System
- Aufgaben- und Medienpool
- Dokumenten-Management
- Kommunikation (Text, Sprache, Video)
- Autorensystem

Die hohe Priorität der Komponenten 1-3 ergibt sich vor allem daraus, dass die Integration unterschiedlicher Lernsoftware mit diesen Komponenten unerlässlich für einen ganzheitlichen, digitalen Unterricht ist, während die übrigen Komponenten für einen begrenzten Zeitraum auch ohne Integration genutzt oder ohne Nachteil für die Anwender von den Lernsoftware-Anbietern selbst bereitgestellt werden können.

2.2.4. Definition einheitlicher Fremdsprachen-Wortschatz

Im Fremdsprachen-Unterricht ist die Bindung an das Schulbuch naturgemäß besonders hoch. Weil sich der zu erlernende Wortschatz von den Themen und Geschichten des Buches ableitet und sukzessive aufbaut, ist ein unterjähriger Wechsel des Lernmittels weitgehend unmöglich, selbst zwischen zwei Schuljahren kann es schwierig sein. Durch diese starke und langfristige Abhängigkeit vom jeweils gewählten Fremdsprachen-Schulbuch, ist ein effektiver Wettbewerb ausgeschlossen.

Die Kultusministerien werden daher nicht umhinkommen, künftig die Themenabfolge und den jeweils zugehörigen Basiswortschatz in den Fremdsprachen vorzugeben. Wie das auch länderübergreifend funktionieren kann, ist im eigenen Kapitel „länderübergreifende Zusammenarbeit“ beschrieben.

2.2.5. Förderung von Softwareentwicklung

In Phase 2 verfolgt die finanzielle Förderung von Softwareentwicklung drei Stoßrichtungen:

Fortsetzung des Förderprogrammes von Phase 1 zur Entwicklung zusätzlicher digitaler Lehrwerke und vertikaler Lernprogramme. Das Förderprogramm sollte in gleichem Umfang fortgesetzt werden, so dass 10 weitere Lehrwerke und 5 zusätzliche, innovative vertikale Lernprogramme entstehen. Fördervoraussetzung ist nun, dass die Software anstelle einer eigenen Benutzerverwaltung nun nach Wahl der Anwender eine der Plattform-Benutzerverwaltungen einbindet, die die zuvor definierten Standardschnittstellen bietet.

Adaption von Lernsoftware an Standard-Benutzerverwaltung. Bestehende digitale Lehrwerke und vertikale Lernprogramme sollen auf Standard-Benutzerverwaltungen umgestellt werden. Die Anbieter sollen ihren dafür erforderlichen Entwicklungsaufwand offenlegen und diesen gefördert bekommen. Der Förderbedarf wird pro Anbieter mit 50 000 € bis 150 000 € geschätzt. Ein Budget von 2 Mio. € würde für die Förderung von ca. 20 Anbietern und bis zu 50 Softwareangeboten ausreichen.

Adaption von Schulverwaltungsprogrammen an Standard-Benutzerverwaltung. In Phase 2 sollen möglichst alle führenden Anbieter von Programmen zur Schulverwaltung und für Elternportale an die standardisierte Benutzerverwaltung angebunden werden, einschließlich staatseigener Lösungen. Der Aufwand ist hier möglicherweise höher als bei Lernsoftware, da die bewährten Programme oft auf älterer Technologie basieren. Der Förderbedarf dürfte bei bis zu 200 000 € pro Anbieter liegen, bei angenommenen 10 bis 15 Anbietern ist ein Förderbudget von 2 Mio. € vorzusehen.

Am Ende der Phase 2 gibt es ein beachtliches Angebot von

- Rund 25 digitalen Lehrwerken
- 10 innovativen vertikalen Lernprogrammen
- 20 oder mehr weiteren Lernprogrammen
- 10 bis 15 Schulverwaltungs- und Elternportalprogrammen,

die auf gemeinsamer Benutzerverwaltung basieren. Der Nutzen für Schulen und Anbieter ist enorm:

- Die Benutzerverwaltung wird für die Schulen wesentlich vereinfacht, weil sie nur einmal erfolgen muss, und nicht je Programm einzeln.
- Durch die Pseudonymisierung der Benutzerdaten reduziert sich für die Anbieter von Lernsoftware und Schulverwaltung der Aufwand für Datenschutz erheblich, da sie keine personenbezogenen Daten mehr speichern müssen.

- Schulen müssen nur noch mit dem Anbieter der Benutzerverwaltungs-Software entsprechende Vereinbarungen zur Auftragsdatenverarbeitung abschließen.

2.2.6. Ergebnis der Phase 2 – Feindefinition, Entscheidung und Reifung

Zusammenfassend sollten am Ende der Phase 2 folgende Ergebnisse erzielt sein:

- Verfügbarkeit einer **gemeinsamen, von Lernsoftware und Schulverwaltungs-Software genutzten, Benutzerverwaltung.**
- **Ausgereifere digitale Lehrwerke** für nochmals erhöhten Lehr- und Lernerfolg
- **Etablierung eines Preismodells** für digitale Lehrwerke und Lernprogramme als Grundlage für nachhaltigen, innovationserzeugenden Wettbewerb
- **Feindefinition von standardisiertem Lernfortschritts-Monitoring, Belohnungssystem und App-Store** sowie weiterer Plattformkomponenten
- **Einheitlicher Fremdsprachen-Wortschatz**
- **Budgetplanung für die Förderung** der Umsetzung von Plattformkomponenten in Phase 3

2.3. Phase 3 (2026/27): Plattformkomponenten und Systemumstellung

In der dritten Phase liegt der Fokus zum einen auf der Entwicklung und Fertigstellung der Plattform-Komponenten Lernfortschritts-Monitor, Belohnungssystem und App-Store. Zum anderen werden weitere neue Lernprogramme und ganzheitliche Lehrwerke entwickelt, um die Verfügbarkeit für immer mehr Fächer, Jahrgangsstufen und Schularten zu beschleunigen, und bestehende Lernsoftware an die neuen Plattformkomponenten angepasst.

2.3.1. Lernfortschritts-Monitor und Belohnungssysteme

Als Anbieter dieser Plattformkomponenten kommen vor allem Hersteller digitaler Lehrwerke und horizontaler Lernprogramme in Frage, die entsprechende Funktionen schon bisher integriert hatten. Es wird ein Förderprogramm für Plattformkomponenten, die den in Phase 2 definierten Spezifikationen entsprechen, ausgeschrieben. Je drei Bewerber für Lernfortschritts-Monitor und Belohnungssystem sollten den Zuschlag erhalten, entsprechend gefördert werden und künftig als alternative Anbieter am Markt auftreten.

Schulen sollen die Wahl unter mehreren Anbietern von Lernfortschritts-Monitoren und Belohnungssystemen haben. Die Angebote werden sich, nachdem die technischen Schnittstellen identisch sein müssen, durch Benutzerführung, graphische Gestaltung und Ausführungsgeschwindigkeit (als Web-Service) unterscheiden.

Bei einem Fördervolumen von durchschnittlich rund einer Million Euro pro Teilnehmer sind sehr gute Ergebnisse zu erwarten.

2.3.2. App-Store

Der App-Store wird vom Bundesland betrieben. Nach entsprechender Ausschreibung wird das beste Angebot ausgewählt und beauftragt. Anbieter für derartige Lösungen sind im Bereich der Geschäftsanwendungen, also Finanz- und ERP-Software, die auf vorhandene Komponenten und entsprechende Erfahrung zurückgreifen können, zu suchen.

Die Kosten für die erstmalige Entwicklung werden mit rund 2 Mio. Euro veranschlagt, jährliche Wartung und Betrieb mit 20% dieses Betrages.

2.3.3. Anpassung bestehende Lernsoftware

Am Ende von Phase 2 stehen rund 25 digitale Lehrwerke zur Verfügung, die jeweils einen kompletten Lehrplan abdecken, sowie eine ähnliche Anzahl vertikaler Lernprogramme, die alle zusammen bereits die einheitliche Benutzerverwaltung nutzen. Diese Produkte müssen nun so angepasst werden, dass sie sich in auf den bestehenden Standardschnittstellen beruhende Plattformkomponenten für Lernfortschritts-Monitoring und Belohnungssystem integrieren.

Digitale Lehrwerke müssen zusätzlich intern so gegliedert werden, dass Lerninhalte, die nicht mehr als vier Unterrichtswochen umfassen, unabhängig voneinander betrieben werden können. Damit können Lehrkräfte einzelne Lektionen oder Kapitel auslassen und durch andere, vertikale Lernprogramme ersetzen.

Der Anpassungsaufwand für bestehende, digitale Lehrwerke kann hoch sein. Nachdem die Anbieter innerhalb ihres eigenen Systems eine einheitliche Systemarchitektur haben sollten, müsste die Anpassung normalerweise nur einmal nötig sein und dann für alle von diesem Anbieter angebotenen Lehrwerke funktionieren. Dennoch ist auch dieser einmalige Aufwand hoch, die Kosten werden pro Anbieter auf durchschnittlich eine Million Euro geschätzt. Bei angenommenen fünf Anbietern wäre ein Förderbudget von fünf Millionen Euro erforderlich.

2.3.4. Zusätzliche Lehrwerke und Lernprogramme

Ziel ist, dass in Phase 4 an jeder weiterführenden Schulart (Mittelschule, Realschule und Gymnasium) in mindestens 3 Schulfächern für mindestens 3 Schuljahre rein digital mit hochwertiger Lernsoftware gearbeitet werden kann. Damit müssten rein rechnerisch 27 Curricula entsprechend deren Lehrplänen von Lernsoftware abgedeckt werden. Das kann mit bislang schon verfügbaren, ganzheitlichen Lehrwerken geschehen. Oder es kommt nun dank des erstmals verfügbaren modularen Konzepts eine Zusammenstellung von vertikalen Lernprogrammen zu einem ganzheitlichen Lehrwerk zum Einsatz. Die bisher entwickelten und geförderten Lehrwerke und Lernprogramme könnten dafür ausreichen.

Die Förderung der Entwicklung weiterer Lehrwerke und Lernprogramme während der Phase 3 sollte stark am Bedarf ausgerichtet werden. Entweder um Lücken in den Jahrgangsstufen oder Schularten zu schließen oder um besonders dringende Lehrwerke (z.B. in Informatik) zu schaffen. Für die Förderung derartiger, angenommener 10 Curricula, sollten entsprechend rund 10 Mio. Euro vorgesehen werden. Das Fördervolumen je Curriculum kann dabei auch auf mehrere Anbieter aufgeteilt werden, die gemeinsam den Lernstoff abdecken.

2.3.5. Ergebnis der Phase 3 – Plattformkomponenten und Systemumstellung

Am Ende der Phase 3 ist folgendes erreicht:

- Die **wichtigsten Plattformkomponenten** für ein funktionierendes Ökosystem stehen zur Verfügung.
- Alle bislang geförderte Lernsoftware **basiert jetzt auf dem modularen System**.
- Der **Reifegrad der Lernsoftware** ist weiter gestiegen.
- Die **Akzeptanz des digitalen Lernens** ist weiter gestiegen.

2.4. Phase 4 (2028/29): Zielgerade

In der Phase 4 werden alle nötigen Restarbeiten durchgeführt, damit das Ökosystem am Ende im gewünschten finalen Zustand ist, nämlich dass Anbieter ohne öffentliche Förderung Lernsoftware anbieten und diese Angebote durch den Wettbewerb auf einem Niveau sind, das einen optimalen Bildungserfolg sicherstellt.

Zu diesem Zustand gehört auch, dass sich digitales Lernen dadurch an den Schulen durchgesetzt hat, dass Schüler, Lehrer und Eltern davon begeistert sind und es von sich aus als Standard für den Unterricht fordern.

Am Ende der Phase 4 sollten mindestens 80% aller Schülerinnen und Schüler des Bundeslandes in 3 Schulfächern in 3 weiterführenden Schularten ganzheitlich mit hochwertiger Lernsoftware arbeiten, die für jeweils mindestens 3 aufeinanderfolgende Jahrgangsstufen verfügbar ist.

Die finanzielle Förderung in Phase 4 soll sich daran ausrichten, welche in Phase 3 erkennbaren Defizite in Phase 4 auszugleichen sind, um das Ziel zu erreichen.

Mit Erreichen dieses Ziels ist die Digitale Transformation des allgemeinbildenden Lernens erfolgreich abgeschlossen.

3. Zusammenarbeit mehrerer Bundesländer

Ein wesentliches Innovationshemmnis ist die geringe Marktgröße für Lernsoftware, bedingt durch die föderale Struktur des deutschen Bildungssystems.

Mit der in diesem Fachartikel beschriebenen Modularisierung könnten bundeseinheitlich Standards und Rahmenbedingungen geschaffen werden, die den Bundesländern weiterhin alle Freiheiten bei der inhaltlichen Gestaltung von Lehrplänen und Lehrmethoden lässt. Auch ganzheitliche Lehrwerke von einem Anbieter wären so modular aufgebaut, dass sie mit geringem Aufwand entweder vom Anbieter selbst oder durch den Austausch oder die Ergänzung einzelner Komponenten vom regionalen Bildungsträger an die Bedürfnisse des Bundeslandes angepasst werden können.

Die bundesweite Standardisierung von Schnittstellen und Plattformkomponenten kann nach bisherigen Erfahrungen nur über den Markt erfolgen, nämlich indem sich die erfolgreichsten Konzepte durchsetzen. Um dennoch von Beginn an eine gewisse kritische Marktgröße zu erreichen, sollte das hier vorgestellte Konzept unter der Führung eines bevölkerungsreichen Bundeslandes gestartet und interessierte weitere Bundesländer als Partner gewonnen werden. Wenn es gelingt, durch eine solche Partnerschaft in 20% von Deutschland die erfolgreiche digitale Transformation des öffentlichen Unterrichts zu erreichen, werden sich weitere Bundesländer anschließend, der Markt wachsen, das Angebot zunehmen und aufgrund der Software-typischen Skaleneffekte die Kosten sinken.

Schlusswort

Die digitale Transformation ist ein höchst sensibler Prozess. Die feste Basis dazu bildet eine ausgewogene Balance zwischen technisch gut funktionierender und weitgehend intuitiv zu bedienender Hardware und einer auf die Aufgabenstellungen abgestimmten und gezielt entwickelten Software.

Eine solche Transformationsarchitektur muss, das wurde in den drei Kapiteln deutlich, umsichtig entwickelt werden. Digitalisierung dient zuvorderst nicht sich selbst, sondern den Menschen. Eine solche Servicefunktion zielt v.a. auf Partizipation, Differenzierung und selbstständiger Kompetenzentwicklung. Sie kann sich dann entfalten, wenn die Balance des Know-how der technischen Bedienung der Hardware sowie die Kenntnis über die Software hergestellt werden kann. In anderen Worten: Es nützt nichts und niemandem, einen Computer nur anschalten zu können – wenn die dann zur Verfügung stehende Software nicht erkannt, verstanden und verwendet werden kann.

Ein großes Missverständnis besteht darin, die Bedeutung der Hardware und damit vor allem die flächendeckende Distribution von Endgeräten zu überakzentuieren, und somit dem ebenso wichtigen Teil, der Software, nur einen marginalen Platz im Prozess der Digitalisierung zuzuweisen.

Ein solches Missverständnis herrscht – gewollt oder ungewollt – in weiten Teilen der institutionalisierten Bildungslandschaft vor. Es erscheint nach außen besser dar- und vorstellbar und ist auch besser zu dokumentieren, die Zielgruppen von Bildung mit technischen Endgeräten zu versorgen. Software hingegen muss erklärt werden, erfordert Kenntnisse und Vorstellungsvermögen. Zudem ist sie nicht ganzheitlich erfassbar. Dennoch liegt eine Chance in der Bewusstmachung der Bedeutung von Software in seiner Präsentation: Wird deutlich, was bzw. welche Kompetenzen mit ihr erreicht werden können, und ist diese Verdeutlichung durch die Rezipienten auf sich selbst projizierbar, d.h. verstehen diese den Wert der Software für die eigenen Motive und Belange, wird ihre Rolle in der Transformationsarchitektur deutlich.

Hier gilt es anzusetzen. Auf die Entwicklung digitaler Lernwerke übertragen bedeutet dies: Nicht allein das Endergebnis, die fertige Software selbst, überzeugt. Ähnlich der prozeduralen Bewerbung von erfolgreicher Spielsoftware mit gezielten medialen Informationen muss der Zielgruppe, Schülerinnen und Schülern, den Lehrkräften und Eltern die sukzessive Teilhabe an der Gesamtentwicklung ermöglicht werden: Der Systemaufbau der im digitalen Lehrwerk befindlichen Lernsoftware muss dann nicht mehr im Nachhinein erklärt und verdeutlicht werden, um ihre ganzen Möglichkeiten zu erfassen.

Für bildungspolitisch entscheidende Personen – da sind Lehrkräfte mitgemeint – sind letztlich weitergehende Kenntnisse erforderlich, die sich im dritten Kapitel wiederfinden: Das Ökosystem für hochwertige Software bildet die Grundlage von qualitativen Evaluationen und somit der Auswahl der besten Angebote.

Heiner Böttger

	Anforderungen an digitale Lehrwerke		
	<i>White Paper</i>	Stand:	Dezember 2021
Verfassende:	Prof. Dr. Heiner Böttger, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt		
Unterstützende Lehrkräfte:	Claudia Couturier, Kerschensteiner Mittelschule, Germering Jeanette Dittmeier, Kerschensteiner Mittelschule, Germering Thomas Haas, Gymnasium Beilngries Dr. Sandra Stadler-Heer, Willibald-Gymnasium, Eichstätt Maximilian Streicher, Gymnasium Puchheim Christoph Ströbel, Gymnasium Beilngries Andreas Wohlgemuth, Ortenburg-Gymnasium, Oberviechtach		

Scope

Als digitale Lehrwerke werden Lernmittel bezeichnet, die mit ganzheitlichem Anspruch das digitale Vermitteln und Erwerben von Wissen und Kompetenzen entsprechend eines vom Bildungsträger gesetzten Lehrplanes ermöglichen. Der ganzheitliche Anspruch leitet sich neben der durchgehenden Nutzung aktueller Digitaltechniken vor allem durch die thematisch und methodisch vollständige Abdeckung des jeweiligen Fachlehrplanes und das Monitoring des Lernfortschrittes durch Lehrkräfte entlang der Lernprogression für ein ganzes Schuljahr her.

Im Wintersemester 2019/20 evaluierte die Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt im Rahmen eines Studienseminars den Bestand an digitalen Lehrmitteln im Hinblick auf die Eignung für den Einsatz an öffentlichen Schulen. Nach dem eher ernüchternden Ergebnis formulierte die Projektgruppe einen Anforderungskatalog für optimale digitale Lehrwerke.

Zur Prüfung der Machbarkeit ließ die Projektgruppe dann entsprechend des Anforderungskataloges exemplarisch zwei digitale Lehrwerke für Mathematik und Englisch in der 6. Jahrgangsstufe gemäß den Vorgaben des LehrplanPLUS für bayerische Gymnasien entwickeln und programmieren. Bis zur Fertigstellung der beiden Lehrwerke, die unter dem Namen „Brainix“ in die Schulerprobung gingen, flossen von der Stiftung Digitale Bildung bereitgestellte Mittel in Höhe von rund 3,5 Mio. Euro in deren Entwicklung.

Im Schuljahr 2020/21 fanden erste mehrwöchige Erprobungen an bayerischen Gymnasien statt. Seit Beginn des darauffolgenden Schuljahres 2021/22 prüfen mehrere Gymnasien und Schulen in Bayern und in anderen deutschsprachigen Regionen die Lehrwerke im Rahmen eines Langzeittests auf Eignung und Nutzen. Die Erkenntnisse bis einschließlich November 2021 gingen in die Weiterentwicklung des ursprünglichen Anforderungskataloges zum hier dargestellten Stand ein.

Empfehlungen für die Nutzung des Anforderungskataloges bei der Auswahl von bestehenden digitalen Lernmitteln und der Ausschreibung und Vergabe für neue Lehrwerke sind am Ende angefügt.

Anforderungskatalog

Bei der Entwicklung des Anforderungskataloges wurden die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern, von Lehrkräften und von Schulen als Organisationseinheit separat betrachtet.

Auf eine zusätzliche Elternsicht wird verzichtet unter der Annahme, dass diese im Wesentlichen durch die für Schülerinnen und Schüler formulierten Bedürfnisse berücksichtigt ist.

Anforderungen aus Sicht von Schülerinnen und Schülern:

Abbildung aktueller methodischer Verfahren der fächerspezifischen Didaktik. Ähnlich wie in einem Lehrbuch sind die aktuellen Erkenntnisse von Wissenschaft und Praxis zu berücksichtigen.			
Nutzung der multimedialen und multisensorischen Interaktionsmöglichkeiten aktueller digitaler Endgeräte (Bild, Ton, Video bzw. Stift, Sprache, Tastatur, Maus). Um z.B. eine Vokabel zu lernen, sollte sie vorgelesen und mit Bild oder Video veranschaulicht, wechselseitig mit Stift und Tastatur geschrieben, gesprochen und korrigiert werden, um optimal gelernt zu werden. Ähnliches gilt für Mathematische Gesetzmäßigkeiten oder Sachzusammenhänge.			
Motivationsfördernde Wissensvermittlung durch alltagsnahes „Story-Telling“ und abwechslungsreiche Aufgabenstellung			
Bindung der Aufmerksamkeit durch hochwertige Grafik, ständige Interaktion und Spiel-Elemente (Gamification)			
Mehrgliedriges Feedbacksystem , das unmittelbar Rückmeldung gibt. Dabei sind regelbasierte Antworten, Techniken der künstlichen Intelligenz und Antwortschleifen über die Lehrkraft sinnvoll zu kombinieren. Auf Korrektheit des Feedbacks ist zu achten.			
Differenzierung durch dynamische Anpassung an unterschiedliche Lerngeschwindigkeiten, um alle Schülerinnen und Schüler mitzunehmen.			
Inklusives User-Interface-Design zur Verringerung von Barrieren und Erhöhung der Bildungsgerechtigkeit			
Einbindung aktueller, gesellschaftsrelevanter und zukunftssträchtiger Themen, die wegen der Schnelllebigkeit der heutigen Zeit kurzfristig aktualisierbar sein müssen.			
Selbständige, ortsunabhängige Nutzbarkeit im Klassenzimmer, in der Bibliothek, im offenen Schulraum oder zu Hause.			

Anforderungen aus Sicht von Lehrkräften:

Durchgängige Ausrichtung am für das Fach, die Jahrgangsstufe und die Schulart gültigen Lehrplan .			
Ganzheitliche Umfassung aller vom Lehrplan geforderter Inhalte und Lernmethoden zur Kompetenzvermittlung .			
Eignung des Lehrwerkes für die Übernahme der Wissensvermittlung zur Schaffung zusätzlicher Freiräume für Wissensvertiefung, individuelle Betreuung und eigene Inhalte.			
Steuerung von Inhalten und Aufgabenfluss, mit dem sich Schülerinnen und Schüler beschäftigen sollen.			
Individuelle Ergänzung von Aufgaben und Inhalten für einzelne Schülerinnen und Schüler und für die ganze Klasse.			
Einfaches Monitoring des Lernfortschrittes, jederzeit, lückenlos und übersichtlich über alle Schülerinnen und Schüler einer Klasse.			
Vereinfachung und Reduktion von Routinetätigkeiten , wie Unterrichtsvorbereitung und Korrekturarbeiten.			
Leicht verständliche Technik und Bedienung um auch ohne digitale Expertise effektiv im Unterricht eingesetzt werden zu können.			
Vorlagen für Leistungsnachweise (Proben, Schulaufgaben etc.) entsprechend der Lehrwerk-Inhalte			
(Analoges) Begleitmaterial für Planung und Durchführung des Präsenzunterrichtes			

Anforderungen aus Sicht von Schulleitung und Schulverwaltung:

Flexibler Einsatz in traditionellem Unterricht, im Flipped-/Inverted Classroom, mit Klassenteilung, in offenen Unterrichtsmodellen, in der Ganztagsbetreuung und zu Hause.			
Effektive Überbrückung von Engpass-Situationen (Vertretungsstunden, Lehrkraft-Ausfall, Wechsel- und Distanzunterricht) in einer Art „Autopilot-Modus“.			
Wartungsfreier Betrieb als „Software as a Service“ in zentralem Rechenzentrum .			
Vollständige Nutzung über den Browser und damit flexible Auswahl von Endgeräten bei minimalem Wartungsbedarf.			

Keinerlei Speicherung von Daten auf dem Endgerät um jederzeit das Wechseln des Geräts, z.B. bei Defekten oder „Vergessen“, zu ermöglichen und um Datenschutz-Risiken zu vermeiden.			
Niedrige Anforderungen an die Rechnerleistung , um – auch im Sinne der Eltern - günstige Endgeräte nutzen zu können.			
Vollständige Datenschutz-Konformität entsprechend DSGVO und regionalen Bildungseinrichtungs-Verordnungen sowohl der Software selbst („Privacy by Design“) als auch des Betriebes im Rechenzentrum bzw. in der Cloud.			
Integration oder einfacher Datenaustausch mit etablierten Schulverwaltungs-Programmen, Lernmanagement-Systemen und Bildungsplattformen.			

Der vorstehende Anforderungskatalog wird periodisch anhand der Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz digitaler Lehrwerke aktualisiert.

Kriterien für Auswahl, Ausschreibung und Vergabe

Nach derzeitigem Kenntnisstand erfüllt kein verfügbares digitales Lernmittel alle Kriterien des Anforderungskataloges vollständig. Dies gilt auch für das Lehrwerk „Brainix“, das eigens entsprechend der Kriterien entwickelt wurde und dessen Erprobung im Schulbetrieb zur Evaluation und Verfeinerung des Kataloges führte.

Gleichwohl kann der Katalog für die Auswahl von digitalen Lernmitteln herangezogen werden, indem die Angebote hinsichtlich des Erfüllungsgrades der einzelnen Kriterien verglichen werden.

Um zu einer möglichst objektiven Einwertung zu gelangen, werden für den Erfüllungsgrad einheitliche Bezeichnungen gewählt und mit einem Punktwert versehen. Beispiel:

Erfüllungsgrad: 0-nicht 1-teilweise 2-weitgehend 3-vollständig

Zusätzlich wird jedes Kriterium des Anforderungskataloges gewichtet und die Gewichtungen ebenfalls mit einem Punktwert versehen. Der Punktwert der Gewichtung dient als Faktor, mit dem der Punktwert des Erfüllungsgrades multipliziert wird. Beispiel:

Gewichtung: 0-irrelevant 1-erwünscht 2-wichtig 3-notwendig

Damit ergibt sich je Kriterium ein Punktwert für den gewichteten Erfüllungsgrad, die Summe aller Punktwerte kann dann zum Vergleich der Angebote herangezogen werden.

Der Anforderungskatalog kann auch auf eine Sammlung unterschiedlicher digitaler Lernmittel, die sich in der Kombination zu einem ganzheitlichen digitalen Lehrwerk zusammenfügen, angewandt werden. In diesem Fall sollte je Kriterium ergänzt werden, vom welchem der Lernmittel es abgedeckt wird.

Bestimmte Kriterien des Anforderungskataloges können oder müssen ggf. als Ausschlusskriterium definiert werden, z.B. Datenschutz. Das Fehlen dieses Kriterium (Erfüllungsgrad = 0) führt zur Aussortierung des digitalen Lernmittels.

Neben der Auswahl bestehender Lernmittel kann der Anforderungskatalog für neu zu schaffende digitale Lehrwerke als Vorlage für die Ausschreibung von Entwicklungsaufträgen oder als inhaltliche Richtlinie für die Vergabe von Fördermitteln eingesetzt werden.

	KATHOLISCHE UNIVERSITÄT EICHSTÄTT-INGOLSTADT <small>Didaktik Englisch</small>	Universitätsallee 1 2685072 Eichstätt	www.ku.de/englischdidaktik/ heiner.boettger@ku.de
---	---	--	--

Digitale Transformation des Lernens

Mehr Bildungserfolg an öffentlichen Schulen

Jürgen Biffar
Heiner Böttger

