
 <p>Stiftung Digitale Bildung Digital Education Foundation <a href="http://www.digi-edu.org">www.digi-edu.org</a></p>  <p>KATHOLISCHE UNIVERSITÄT EICHSTÄTT-INGOLSTADT Didaktik Englisch      English Didactics <a href="https://www.ku.de/slf/anglistik-amerikanistik/didaktik-der-englischen-sprache-und-literatur">https://www.ku.de/slf/anglistik-amerikanistik/didaktik-der-englischen-sprache-und-literatur</a></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

<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>1</b>
<b>Architektur in vier Ebenen .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Rechenzentrum / Cloud .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Grundplattform.....</b>	<b>4</b>
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
<b>3. Lernplattform.....</b>	<b>8</b>
3.1. Feedback-System.....	8
3.2. Lernfortschritts-Monitor .....	8
3.3. Belohnungssystem.....	10
3.4. Aufgaben- und Medienpool .....	10
3.5. Autorensystem .....	11
<b>4. Content-Software.....</b>	<b>13</b>
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
<b>Ausblick .....</b>	<b>16</b>

## 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“)

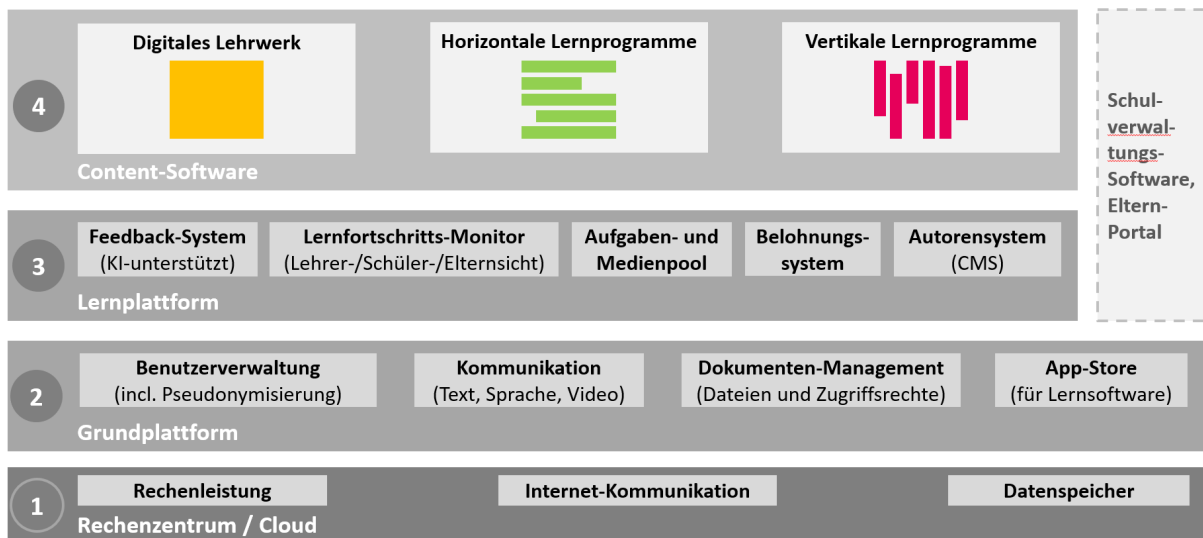


Abb. Aufbau von Lernsoftware in 4 Ebenen

### 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:

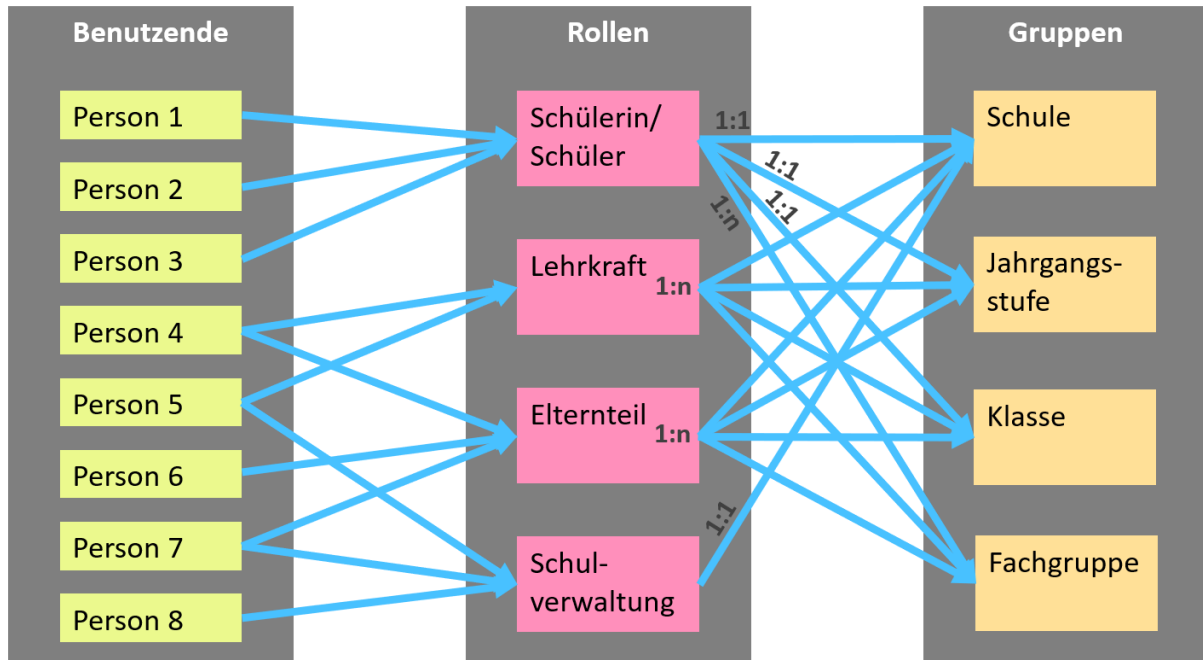


Abb. Beziehung Personen - Rollen - Gruppen; Fachgruppe = Deutsch, Englisch, ... der jeweiligen Klasse

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.

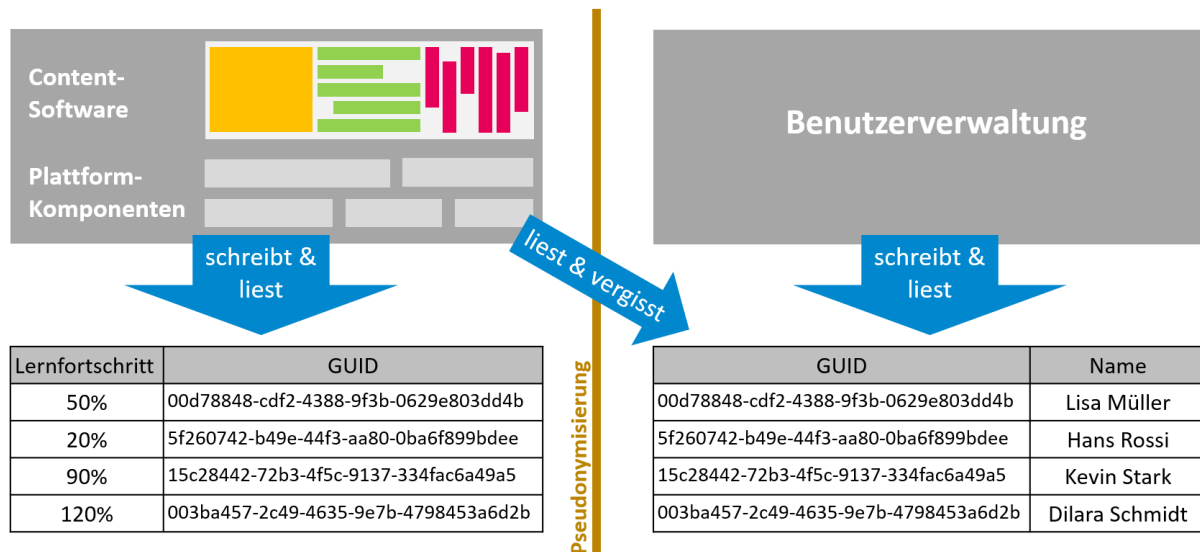


Abb. Speichern und Lesen von Nutzerdaten mit Pseudonymisierung

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.

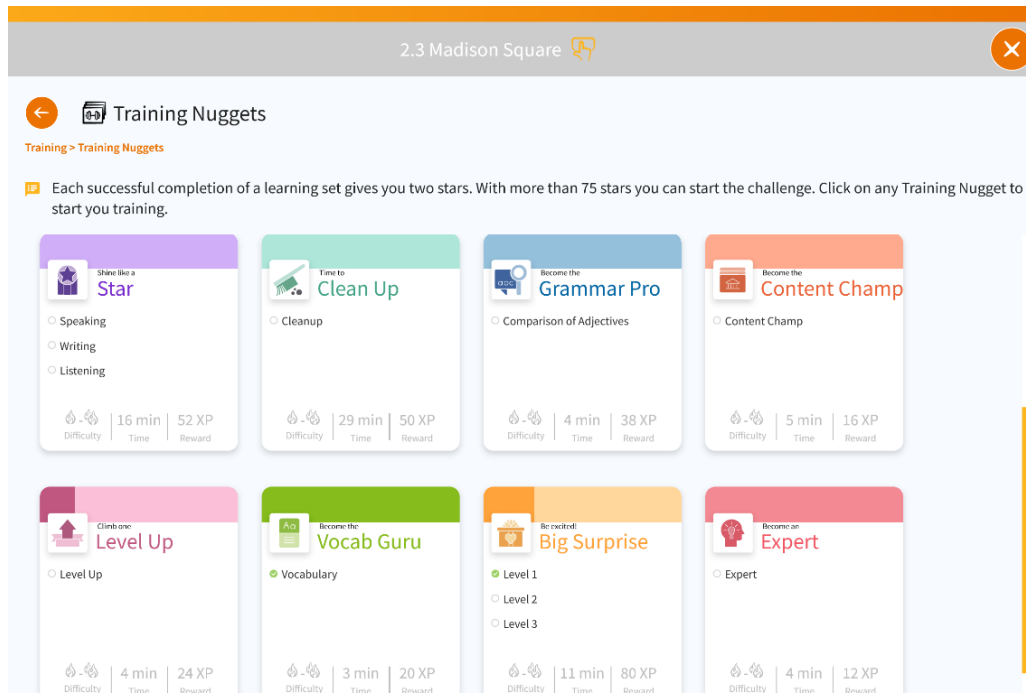


Abb. Beispiel Themenspezifischer Aufgabenpool im Fach Englisch

### 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 bestmöglichem 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

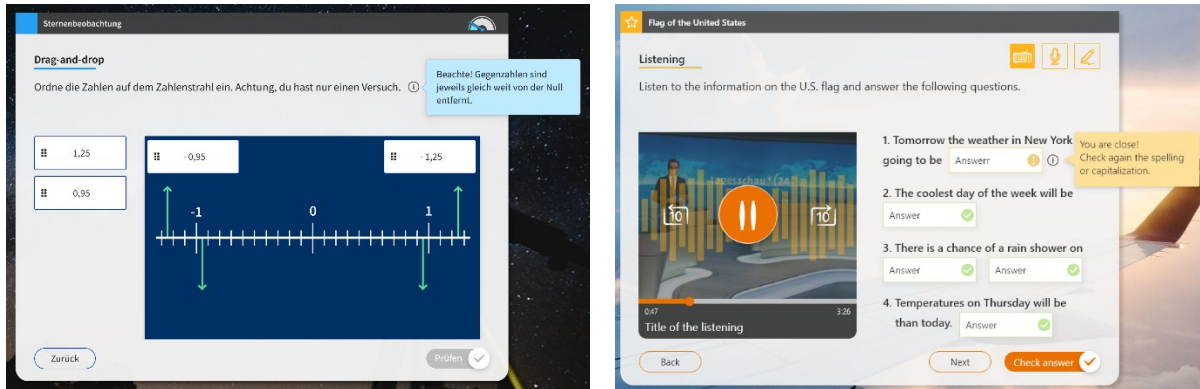


Abb.: Beispiele für Aufgabentypen

#### 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.