

# Methodensammlung simulationsgestütztes Lernen

Augmented Reality Lernrouten  
in der landwirtschaftlichen  
Aus- und Weiterbildung

---

Enrico Billich  
Alina Hennings

Experimentierfeld CattleHub  
TU Chemnitz

# Vorwort

---

Diese Methodensammlung bietet eine praxisnahe Unterstützung für Lehrkräfte, die Lernrouten mit Augmented Reality (AR) zum Zweck der landwirtschaftlichen Aus- und Weiterbildung entwickeln wollen. Im Gegensatz zur Weiterbildung im industriellen Umfeld, wo die Implementierung von Bildungsinhalte extern ausgeschrieben wird, obliegt es in schulischen Umgebungen in der Regel den Lehrkräften, selbst Inhalte zu kreieren und zu aktualisieren. Landwirtschaftlichen Betrieben fehlt es ebenfalls an Ressourcen, um das Personal durch professionell erstellte Kurse an die installierten Assistenzsysteme sowie an lokal etablierte Abläufe und Fütterungsregime heranzuführen.

Nacheinander wird auf alle Phasen der Entwicklung einer Lernroute eingegangen und domainspezifische Methoden erklärt. Angefangen bei der Frage, ob eine AR-Lernroute die richtige Wahl für das Lernziel darstellt, weiter zum Grobkonzept und Drehbuch, der anschließenden Implementierung und der Evaluierung durch repräsentative Versuchsgruppen. Kernthema ist dabei stets der Einsatz von AR-Elemente, damit die Lernenden ein möglichst immersives Lernerlebnis empfinden und hohen Lernerfolg aufweisen. Immersion bedingt ein Eintauchen und Verbinden der Lerninhalte mit den Gegebenheiten Vor-Ort. Daraus resultieren praxisnahe und im realen Arbeitsumfeld anwendbare Lerninhalte, die interaktiv und spannend vermittelt werden. In diesem Zusammenhang wird auf die Besonderheiten von Mobile Learning, also dem Lernen über das Smartphone aufmerksam gemacht. Ziel ist die erfolgreiche Umsetzung einer didaktisch sinnvollen und spannenden Lernerfahrung!

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Förderung der Digitalisierung in der Landwirtschaft mit dem Förderkennzeichen 28DE108D18 (Experimentierfeld CattleHub).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Inhaltsverzeichnis

---

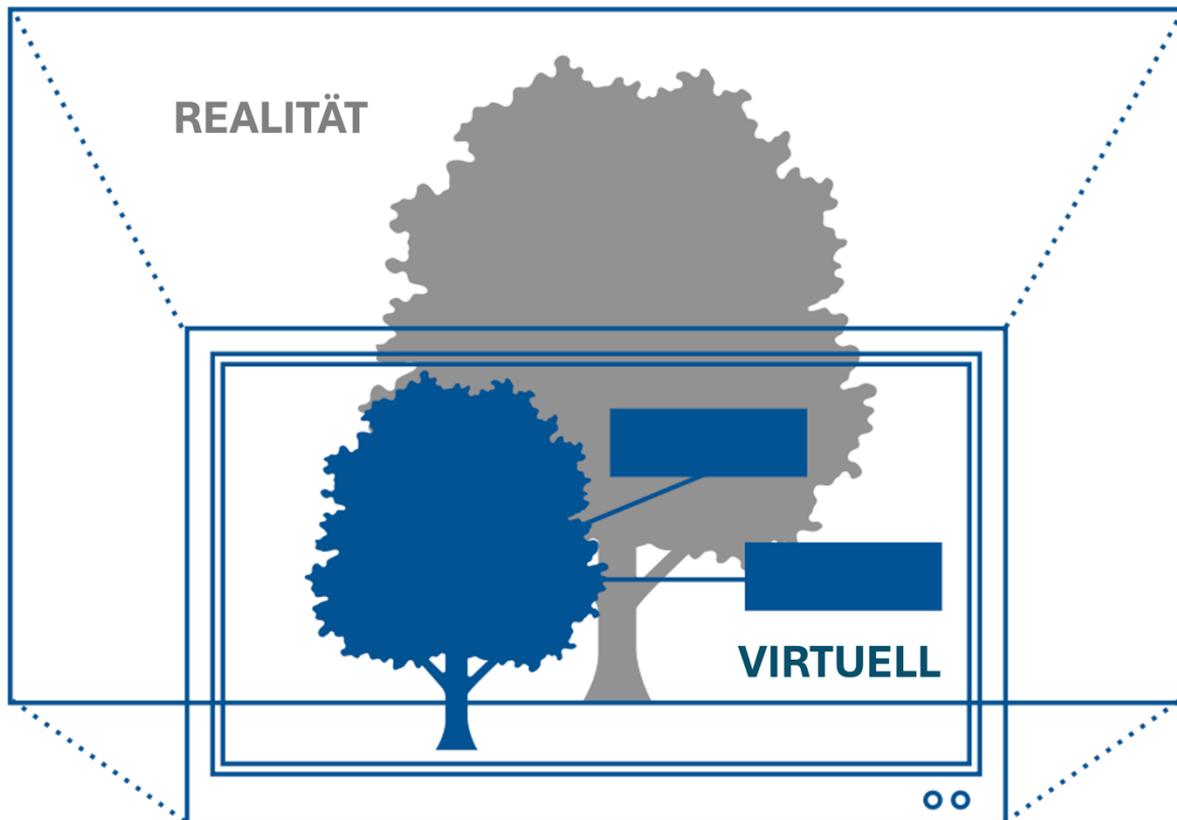
<b>1</b>	<b>AUGMENTED REALITY?</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ÜBERSICHT AR-LERNROUTEN</b> .....	<b>7</b>
2.1	WAS SIND AR-LERNROUTEN? .....	7
2.2	TECHNISCHE KOMPONENTEN EINER AR-LERNROUTE.....	8
<b>3</b>	<b>ENTWICKLUNG EINER LERNROUTE</b> .....	<b>9</b>
3.1	ABLAUF .....	9
3.2	ANALYSE.....	9
3.3	DESIGN .....	10
3.4	DEVELOPMENT (ENTWICKLUNG) .....	10
3.5	IMPLEMENTIERUNG .....	10
3.6	EVALUATION .....	11
<b>4</b>	<b>GROBKONZEPT</b> .....	<b>12</b>
4.1	VORÜBERLEGUNGEN .....	12
4.2	LERNZIELE .....	12
4.3	ZIELGRUPPE .....	13
4.4	ZIELPLATTFORM.....	14
4.5	MATERIALIEN .....	15
4.6	LEHRANSATZ.....	15
4.7	MOTIVATION .....	16
4.8	WEITERE ASPEKTE UND ZUSAMMENFASSUNG .....	16
<b>5</b>	<b>FEINKONZEPT</b> .....	<b>17</b>
5.1	SEGMENTIERUNG – LERNSTATIONEN ALS LERNEINHEITEN.....	17
5.2	SEQUENZIERUNG – STRUKTUR UND STEUERUNG.....	18
5.3	BEISPIEL: KONZEPT FÜR LERNROUTE KÄLBERTRANSPORT.....	20
<b>6</b>	<b>DREHBUCH</b> .....	<b>22</b>
6.1	WARUM EIN DREHBUCH? .....	22
6.2	DIDAKTISCHER ANSATZ .....	22

6.3	RECHERCHE .....	24
6.4	GESTALTUNGSRICHTLINIEN FÜR MOBILE ENDGERÄTE .....	24
6.5	ANWENDUNGSFELDER FÜR AUGMENTED REALITY .....	25
6.6	INHALTSTYP: MULTIMEDIASEITEN .....	27
6.7	INHALTSTYP: INTERAKTIVE ÜBUNGEN .....	32
6.8	INHALTSTYP: LEISTUNGSTEST .....	33
6.9	FEEDBACK.....	33
6.10	GAMIFICATION .....	34
6.11	DREHBUCHSOFTWARE .....	35
6.12	QUELLEN FÜR BILDMATERIAL .....	36
6.13	HINWEISE FÜR DIE BILDAUFNAHME.....	38
6.14	MEDIEN BEARBEITEN UND ARCHIVIEREN .....	40
6.15	REVIEW: DREHBUCHABNAHME.....	41
6.16	BEISPIELE FÜR DREHBUCHSEITEN .....	41
<b>7</b>	<b><u>TECHNISCHE UMSETZUNG DER LERNINHALTE .....</u></b>	<b>43</b>
7.1	INHALTSTYPEN VOM LMS .....	43
7.2	INHALTSTYPEN VON H5P .....	45
7.3	ÜBERPRÜFUNG VON FUNKTION UND DARSTELLUNG .....	49
<b>8</b>	<b><u>IMPLEMENTIERUNG IM LMS .....</u></b>	<b>50</b>
8.1	LEARNING MANAGEMENT SYSTEM MOODLE.....	50
8.2	ERSTELLEN EINER LERNROUTE.....	51
8.3	TEST ALLER EINSTELLUNGEN .....	56
<b>9</b>	<b><u>EVALUATION .....</u></b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b><u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u></b>	<b>58</b>

# 1 Augmented Reality?

---

Hinter dem Begriff Augmented Reality („erweiterte Realität“, AR) stehen Verfahren, welche die sichtbare Umgebung verändern und erweitern können. Dabei wird mit Hilfe von elektronischen Geräten wie Computern, Smartphones oder speziellen Brillen die reale Welt (analog, unverfälscht, läuft in Echtzeit) um digitale Inhalte der Virtuellen Realität (digital, aufgezeichnet, bearbeitet) erweitert. Dies können unterschiedlichste Inhalte sein, wie Texte, Bilder oder auch 3D-Simulationen.



AR manifestiert sich in vielfältigsten Anwendungsbeispielen. Am spektakulärsten stehen vor allem AR-Brillen heraus. Im Gegensatz zu VR-Brillen, wo der Anwender in eine komplett virtuelle Umgebung eintaucht, zeigen AR-Brillen weiterhin die reale Umwelt an (entweder direkt durch ein transparentes Display oder indirekt mittels Live-Aufnahmen von Kameras vor einem intransparenten Display). Beispiele hierfür finden sich im hochpreisigen Entertainment-Bereich oder militärischen Einsatzgebieten.

Etwas unscheinbarer aber dafür weiter verbreitet sind Location-based Apps, welche die Position der Benutzer\*innen erfassen und auf den Displays ihrer Smartphones Zusatzinformationen anzeigen. Beispiele finden sich in Shopping-Apps, die Zusatzangebote lokaler Stores bieten, in AR-Spielen wie Pokémon Go, die Fantasiewesen dem Umfeld hinzufügen, oder Museen, die durch „scannen“ der Ausstellungsstücke weitere Informationen bereitstellen.

Weniger offensichtliche Beispiele sind Toys-To-Life Produkte wie Tonies Figuren. Ein Zusatzgerät liest dabei kontaktlos (NFC) eine digitale Information aus und spielt Audiodateien aus dem Internet ab.

## Vorteile von AR

Augmented Reality bringt einige Vorteile mit, die für den Bereich der betrieblichen Aus- und Weiterbildung genutzt werden können. Selten vorkommende oder gefährliche Situationen können durch AR auf sichere Weise immersiv erlebt und prinzipiell beliebig oft in der eigenen Lerngeschwindigkeit wiederholt werden.

Außerdem können Inhalte dargestellt werden, die in der Realität gar nicht möglich wären. So könnten beispielsweise biologische Prozesse oder der innere Ablauf von Maschinen visualisiert und greifbar gemacht werden. Durch die Interaktivität der Technologie ist „Learning by Doing“ sehr gut möglich und beruflich relevante Aufgaben können geübt werden. Auf Seiten der Lernenden verbessert es außerdem die Motivation, Zufriedenheit und Konzentration. Und auch die Merkfähigkeit des Gelernten wird gesteigert (Alzahrani, 2020).

## Nachteile von AR

Die Wahrnehmung von AR Zusatzinhalte erfordert stets ein zusätzliches digitales Gerät. Für die Erstellung von AR-Inhalten sind professionelle Anwendungen erhältlich, die teils mit hohen Kosten und noch höheren Einarbeitungsaufwand verbunden sind. Durch die rasche Weiterentwicklung von digitalen Geräten und Medienformate können aufwendig erstellte Inhalte nach wenigen Jahren eine Portierung bzw. Konvertierung erfordern oder sind schlimmstenfalls unbenutzbar.

Eine weitere Problematik stellt die Einbindung der Umwelt dar. Da die AR-Lerninhalte die reale Welt erweitern, mit ihnen Koexistieren und zur Interaktion motivieren sollen, ergibt nicht jeder Inhalt überall Sinn. Wenn also gewisse Gegebenheiten vor Ort vorausgesetzt werden, würden die Inhalte Andernorts zu einer Irritation des Lernenden führen und das Lernziel gefährden. Ebenso könnten durch notwendige Umbau- oder Sanierungsarbeiten vor Ort die Voraussetzung für die AR-Inhalte zerstört werden.

## 2 Übersicht AR-Lernrouten

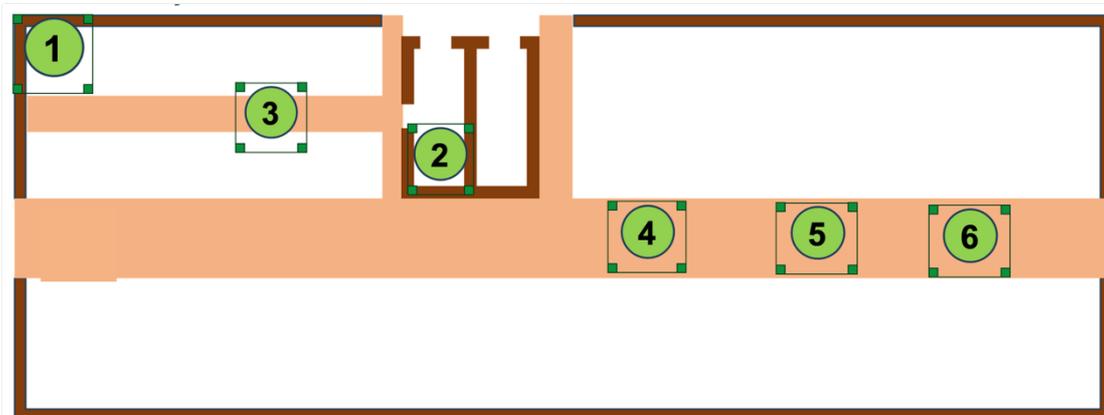
---

### 2.1 Was sind AR-Lernrouten?

Vorgänge in der Landwirtschaft erstrecken sich meist über größere Strecken und Flächen. Das gilt vor allem für die Außenwirtschaft, aber auch in der Innenwirtschaft haben Mitarbeitende kaum zu befürchten, bei der Arbeit im Stall nicht auf ihre tägliche Schrittzahl zu kommen. Sie warten die Maschinen, dokumentieren bestimmungsgemäß die Vorgänge, beobachten und versorgen die Tiere. Viele Vorgänge erfolgen nach einem betriebsindividuellen Ablauf und werden in Schulungen den Lehrlingen und Personal vermittelt. Diese Schulungen sind zeitintensiv und beinhalten viele Details und Handlungsanweisungen, die der Lernende beim ersten Mal nicht sofort verinnerlicht. Bei einem Selbststudium zu Hause, einem Schulungsvideo am Computer oder dem klassischen Unterricht im Klassenraum geht der Bezug zum Arbeitsort verloren.

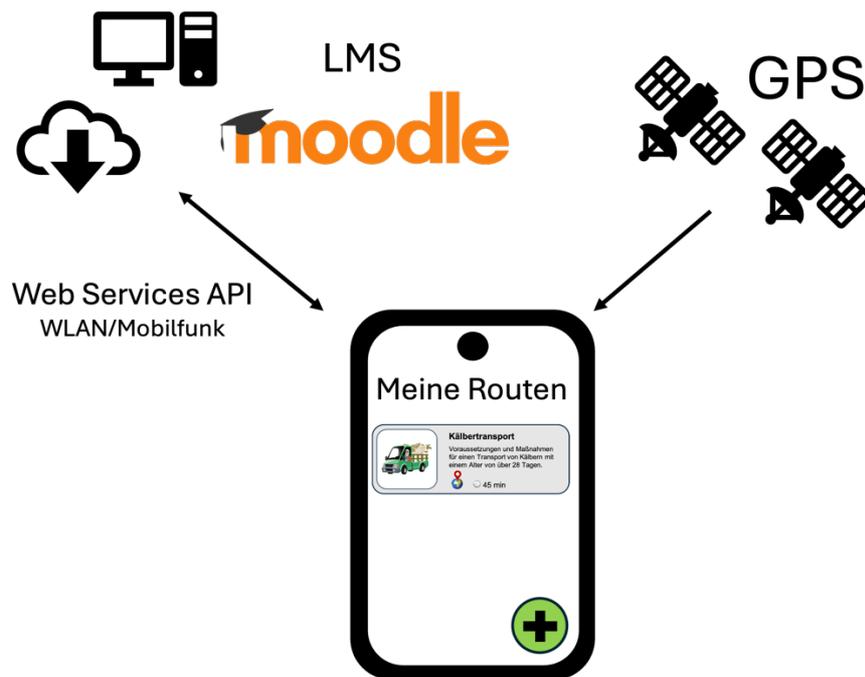
AR-Lernrouten hingegen befreien das Wissen von den Klassenzimmern und holen die Auszubildenden dort ab, wo ihre Aufmerksamkeit liegt, den Bildschirmen ihrer Smartphones. Sie bringen die Lernenden mit dem Wissen dort zusammen, wo es angewendet wird, vor Ort in der Realität. Auf der Lernroute läuft der Lernende mehrere Stationen ab, an denen ortsspezifische Lerninhalte auf einem digitalen Gerät präsentiert werden. Durch den Bezug der Lerninhalte zur Position des Lernenden wird die Lernerfahrung wesentlich immersiver wahrgenommen und ein größerer Lernerfolg erreicht. Die Lerninhalte können Texte, Bilder, Videos, Selbsttests, kleine Spiele oder Aufgaben zur Interaktion mit der Umgebung umfassen. Sofern die Gegebenheiten es vor Ort erlauben, kann der Lernende die Schulung eigenständig im individuellen Tempo durchführen, ohne dass andere Mitarbeitende dafür ihre Aufgaben unterbrechen müssen.

Im Experimentierfeld CattleHub wurden Inhalte für zwei Lernrouten erstellt. Die erste Route vermittelt alles Notwendige für einen Transport von Kälbern im Inland, während die zweite Route die Energieautarken Versorgungssysteme CattleTent und CattleWind erklärt. Beide Lernrouten sind mit Positionen auf dem Lehr- und Versuchsgut Köllitsch verknüpft, können aber auch auf der Webseite des Experimentierfeldes abgerufen werden.



## 2.2 Technische Komponenten einer AR-Lernroute

AR-Lernrouten verbinden drei technische Systeme. Aus Sicht des Lernenden steht im Mittelpunkt das smarte Endgerät. Ein tragbarer Kleinstcomputer mit Sensoren, Prozessoren, Speicher, Lautsprecher und Display. Die gängigsten Varianten sind **Smartphones und Tablets**, aber auch Smartwatches oder smarte Brillen gehören in diese Kategorie. Im Experimentierfeld CattleHub wurde ein externer Dienstleister mit der Entwicklung der App myLMS beauftragt. Diese steht für die Betriebssysteme Android und iOS über die offiziellen App Stores der Systeme der Öffentlichkeit zur Verfügung.



Zur Sensorik aller Smartphones und vieler Tablets gehört die Positionsdetektion. Mehrere verschiedene Technologien kommen dabei zum Einsatz und ihre Ergebnisse werden zum Teil verknüpft, um die Positionsgenauigkeit zu erhöhen. Dazu gehören Globale Positionsbestimmungssysteme (**GPS**, Galileo, GLONASS, Beidou), Erfassung positionsbekannter WLAN-Netze, Signalstärke in der Mobilfunkzelle, Beschleunigungssensoren (Schrittzähler) und Indoor-Positionsbestimmungssysteme (Ultra Wide Band (UWB), Bluetooth). Die myLMS App ruft die Positionsinformation von den Sensoren ab, schickt diese an einen Webdienst, um ortsspezifische Lerninhalte abzurufen und sendet abschließend den Lernfortschritt zur Speicherung zurück.

Die dritte Komponente des Gesamtsystems stellt der Webdienst dar. Dieser wird von einem **Learning Management System (LMS)** realisiert. Das Marktangebot an LMS ist sehr umfangreich und jedes LMS besitzt seine eigene individuelle Webdienst-Schnittstelle (Web Service API). Der Entwickler der App legte sich aus Kostengründen auf die Schnittstelle des LMS Moodle fest, einem offenen, kostenlosen und weltweit verbreiteten System. Neben den Lernrouten kann der Lernende auf alle Kurse zugreifen, für die eine Einschreibung vorliegt.

## 3 Entwicklung einer Lernroute

---

### 3.1 Ablauf

AR-Lernrouten sind eine eLearning-Anwendung und grundsätzlich kann hier dieselbe Herangehensweise gewählt werden, wie bei anderen eLearning-Angeboten. Einige Dinge müssen zusätzlich beachtet werden, dafür entfallen andere Aspekte oder Freiheitsgrade. Für die Erstellung gibt es nicht den einen Weg, der zu einem fertigen Online-Kurs führt. Häufig wird beim Ablauf das **ADDIE-Modell** verwendet, welches fünf Phasen vorgibt, die bei der Planung und Erstellung nacheinander durchlaufen werden. Diese Phasen sind:



In dieser Methodensammlung wird eine mögliche Herangehensweise vorgeschlagen, die sich an den Phasen des ADDIE-Modells orientiert. Jede Phase endet mit einem Zwischenergebnis, das als Input für die folgende Phase dient. Diese Zwischenergebnisse an den Schnittstellen der Phasen können nicht nur intern der Dokumentation und als Meilensteine dienen, sondern bilden im Falle von Outsourcing einzelner Phasen an externe Dienstleister eine Arbeitsgrundlage oder verbindliches Lieferobjekt. Für diese Zwischenergebnisse existieren keine einheitlichen Standards. Die Methodensammlung präsentiert Vorschläge für geeignete Formate, die sich als praxistauglich erwiesen haben.

Grundsätzlich sollte zu Beginn der Entwicklung einer Lernroute feststehen, welche Fähigkeiten und Kompetenzen intern verfügbar sind und welchen Umfang das Budget für Auftragsarbeiten aufweist. Die Entwicklung einer Lernroute erfordert vielfältiges Fachwissen z.B. von Medienagenturen, Autor\*innen, Grafiker\*innen, Animat\*innen, Softwareentwickler\*innen und Webhosting-Unternehmen. Diese Methodensammlung geht auf alle Phasen ein und verweist überall wo möglich auf verbreitete oder kostenfreie Lösungen, die möglichst intuitiv auch von Laien bedient werden können.

### 3.2 Analyse

In dieser Phase wird der Grundstein für die Lernroute gelegt. Hier werden die Bedingungen und Ziele analysiert, die für die Lernrouten gelten.

- Wie viel Zeit und welche Ressourcen stehen zur Verfügung?
- Welche Faktoren gibt es vor Ort zu beachten und einzuplanen?
- An wen richtet sich die Lernroute? Analyse der Zielgruppe.
- Definition eines **Richtziels**. Welche **Lernziele** sollen erreicht werden?
- Wie kann der Lernstoff thematisch eingeteilt werden? Segmentierung.
- Welche Reihenfolge der einzelnen Elemente ist sinnvoll? Sequenzierung.

- Welche Elemente sind Teil einer Lernroute?
  - Augmented Reality
  - Medien
  - Übungen und Leistungstests
  - Feedback
  - Gamification

Als Zwischenergebnis entsteht ein Konzept, das dem Erreichen des Lernziels eine Struktur verleiht. Zuerst in Form eines **Grobkonzepts** für die gesamte Lernroute und später als **Feinkonzept** für jede Lernstation. Diese Zwischenergebnisse greifen zum Teil schon Aspekte der nächsten Phase, dem Design, bezüglich der Verteilung der Lerninhalte auf.

### 3.3 Design

In dieser Phase werden aus dem Grobkonzept und Feinkonzept die Inhalte der Lernroute entwickelt. Das Ziel ist ein **Drehbuch** und stellt die Grundlage für die technische Umsetzung der Lerninhalte in der nächsten Phase dar. Es dient später aber auch der Lehrkraft als Handbuch und Richtlinie. Das Design eines Drehbuchs erfordert:

- Intensive Einarbeitung und Recherche des Themas
- Entwurf der Inhalte nach dem gewählten didaktischen Konzept. Kognitivistischer oder Konstruktivistischer Ansatz.
- Komposition der Drehbuchseiten unter Berücksichtigung der Lernziele und den technischen Einschränkungen der Zielplattform Smartphone.
- Nutzung der realen Umgebung und Erweiterung dieser um passende Augmented Reality Inhalte.
- Lizenzierung oder Erstellung fehlender Medieninhalte. Bearbeitung und Speicherung in passende Formate.

### 3.4 Development (Entwicklung)

In dieser Phase wird das Drehbuch mit Webtechnologien umgesetzt. Das Format der Zwischenergebnisse wird durch die Möglichkeiten des verwendeten LMS vorgegeben. Im Fall vom LMS Moodle sind dies:

- HTML
- **H5P**
- Scorm
- Binärdateien, die externe Anzeigetools erfordern
- Weitere Formate, für die externe Plugins und passende Autorentools erworben wurden

Die konkrete Umsetzung hängt von den funktionalen Möglichkeiten der vorhandenen Autorentools ab sowie den technischen Randbedingungen am Ort der Lernroute wie z.B. der verfügbaren Bandbreite.

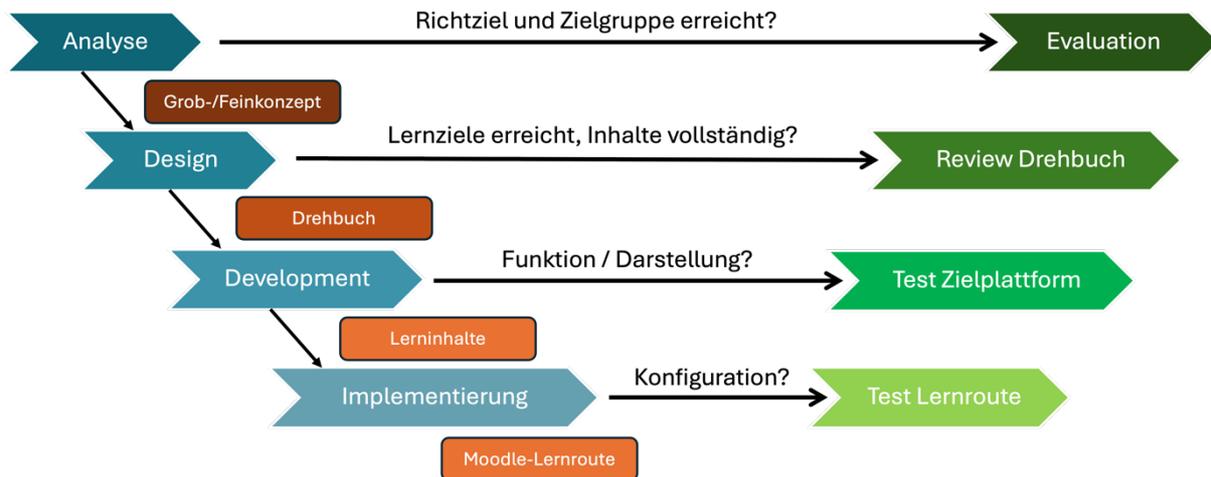
### 3.5 Implementierung

In dieser Phase werden die einzelnen Elemente zu einer Lernroute in Form mehrerer **Moodle Online-Kurse** zusammengesetzt. Neben dem Hochladen der Inhalte erfordert

dies die Konfiguration der Kurse, ihrer Abhängigkeiten untereinander und das Anlegen gewährter Belohnungen im Sinne der Gamification aus dem Konzept.

### 3.6 Evaluation

In dieser Phase wird geprüft, ob die angestrebten Ziele der Lernroute mit der fertigen Implementierung umgesetzt und erreicht wurden. Anhand der Ergebnisse kann zu vorherigen Phasen zurückgekehrt und nochmal überarbeitet und nachgebessert werden.



# 4 Grobkonzept

---

## 4.1 Vorüberlegungen

Es heißt, ein Abenteuer sei das Ergebnis schlechter Planung. Auch wenn die Lernroute für den Lernenden ein Erlebnis darstellen soll, muss zuvor durch gute Planung sichergestellt werden, dass er nicht auf dem Pfad verloren geht und die Ziele trotz auftretender Probleme erreicht werden. Wie für andere Vor-Ort-Lehrgänge sind auch hier die Bedingungen am Standort zu berücksichtigen.

### **Erforderliche und verfügbare Ressourcen zur Entwicklung der Lernroute:**

- Budget und erwartete Kosten
- Zeitlicher Rahmen
- Personelle und materielle Ressourcen
- Auf welche Fachliteratur wird zurückgegriffen?
- Welche Foto- oder Videoaufnahmen von welchen Motiven werden benötigt?

### **Lehr-Lernkontext:**

- Zusammensetzung und Eigenschaften der Zielgruppe
- Kompetenz- und Lernziele der Lernroute
- Zusammenstellung des Lehrplans

### **Bedingungen vor Ort:**

- An welchen Orten bietet sich die Positionierung von Lernstationen an?
  - Liegen diese weit genug voneinander entfernt?
  - Bieten diese genug Platz für eine Lerngruppe
  - Ist das Betreten der Räumlichkeiten erlaubt?
  - Sind Maschinen selbstbedienbar oder ist dafür Fachpersonal erforderlich?
- Sind Veränderungen vor Ort temporär oder dauerhaft für die Lernroute notwendig und erlaubt? (z.B. Anbringen von Hinweisen oder Marker)
- Weitere Ressourcen:
  - Sind aufgrund von Lautstärke Kopfhörer notwendig?
  - Wird Schutzkleidung benötigt?
  - Weitere Materialien? (Messgeräte, Werkzeug, Montagematerialien)

## 4.2 Lernziele

Lernziele beschreiben, was die Lernenden nach Absolvieren der Lernroute wissen, können oder verstehen sollen. Lernziele sind **kurz, konkret und handlungsorientiert** formuliert.

Ausgehend von einem übergeordneten Richtziel (Welches Lernziel mit der gesamten Lernroute erreicht werden soll) unterteilt sich dieses in einzelne **Groblernziele** (Gegenstandsspezifische Lernziele, die beispielsweise die Ziele eines Moduls oder Lernstation darstellen) mit zugehörigen **Feinlernzielen** (Operationalisierbare Lernziele, die mit bestimmten Lerneinheiten erreicht werden sollen).

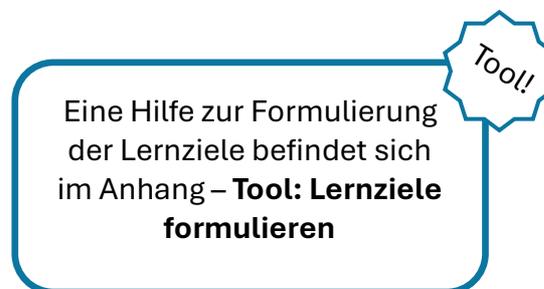
Die Lernziele könnten aus dem Lehrplan entnommen werden, dennoch wird empfohlen, diese mit Hilfe der folgenden Kategorien auszuformulieren. Bei der Beschreibung der

Lernziele können Lernzieltaxonomien helfen, wie die auf Bloom basierende Überarbeitung von Anderson und Krathwohl (2001).

Dabei wird die die **Art des Wissens**, das erlangt werden soll, mit der **kognitiven Strategie**, die verwendet werden soll, festgelegt.

erlangte Art des Wissens	angewendete kognitive Strategie
<b>Faktenwissen</b> (z.B. Begriffe, Merkmale)	<b>Erinnern</b> (z.B. wiedererkennen, nennen)
<b>Konzeptionelles Wissen</b> (z.B. Theorien, Modelle und Strukturen)	<b>Verstehen</b> (z.B. erklären, vergleichen)
<b>Prozedurales Wissen</b> (z.B. Techniken und Methoden)	<b>Anwenden</b> (z.B. ausführen, lösen)
<b>Metakognitives Wissen</b> (z.B. Strategien)	<b>Analysieren</b> (z.B. zuschreiben, differenzieren)
<b>Motivatorisches Wissen</b> (z.B. Wertvorstellungen)	<b>Bewerten</b> (z.B. evaluieren, auswerten)
	<b>Erzeugen</b> (z.B. generieren, planen)

Beispiel: „Der Lernende ist in der Lage, die **Qualitätsanforderungen an das Saat- und Pflanzengut** zu **erklären**.“



### 4.3 Zielgruppe

Verschiedene Personen und Personengruppen treten die Lernroute mit unterschiedlichem Vorwissen, Technikenkenntnissen oder auch Erwartungen an. Deshalb ist es zunächst wichtig, die Zielgruppe für die Lernroute zu definieren. Die Zielgruppe zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- **Anzahl:** Für wie viele Teilnehmer\*innen wird die Lernroute konzipiert?
- **Demografie:** Wie homogen oder heterogen ist ihre Zielgruppe? Zum Beispiel auf das Alter oder des Geschlechts.
- **Vorwissen und Berufserfahrung:** Wie viel Vorwissen besteht schon zu den behandelten Themen in der Lernroute? Die Zielgruppe sollte im Vorfeld befragt

werden, um redundante Informationen zu meiden und für überfordernde Sachverhalte zugehörigen Kontext zu liefern.

- **Technikkenntnisse:** Da es sich bei Lernrouten mit Augmented Reality um neue und teilweise komplexe Technik handelt, ist zu ermitteln, wie viel Erfahrung die Lernenden im Umgang damit haben. Dies betrifft nicht nur die Interaktion mit den Inhalten, sondern auch die Vertrautheit mit dem Lernen über Smartphone.
- **Ziel und Motivation:** Diese können je nach Zielgruppe sehr unterschiedlich ausfallen. Das Richtziel für eine Gruppe Auszubildender kann trotz ähnlichen Themas ein anderes als für die Mitarbeiterweiterbildung sein. Im Extremfall wären sogar zwei völlig verschiedene Lernrouten je nach Zielgruppe erforderlich. Ebenso hängt Art und Umfang der Belohnungen von der Zielgruppe ab. Was die einen motiviert, besitzt für andere keinen Reiz.
- **Barrieren:** Menschen weisen unterschiedliche Fähigkeiten und Einschränkungen auf, die einem selbst nicht bewusst sind. Eingeschränkte Wahrnehmung (Sehschwäche, Farbwahrnehmung, Gehörverlust) oder Probleme der Motorik (Gehen, Bücken, Treppensteigen) lassen die einfache Lernroute für manche zur Tour de Force mutieren.



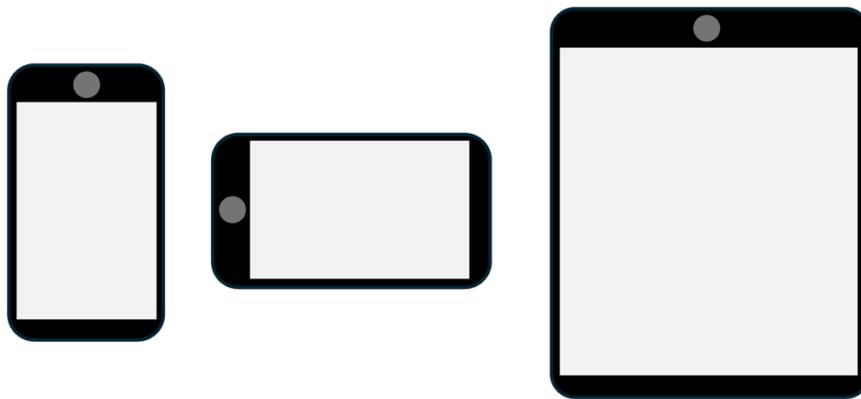
## 4.4 Zielplattform

eLearning-Angebote stehen praktisch für jede Art von digitalem Endgerät zur Verfügung. Diese Methodensammlung fokussiert sich auf das beschriebene Szenario aus LMS und Smartphone/Tablet. Diese scheinbare Einschränkung birgt allerdings weiterhin ein großes Potenzial an Vielfalt. So dominieren mit **iOS und Android** zwei verschiedene Betriebssysteme den Markt. Die Lerninhalte basieren auf Webtechnologie. Die myLMS Anwendung greift wiederum auf die systemspezifischen Browser-Engines von Chrome

und Safari zurück. Die Unterschiede in der Darstellung erfordert ausgiebige Tests auf beiden Plattformen, sofern die Zielgruppe einen heterogenen Geräte-Pool nutzt.

Die verwendeten Geräte können zudem unterschiedliche Displaygrößen aufweisen. Die effektive Nutzung der Bildschirmfläche variiert, je nachdem ob die Lernenden das Gerät im **Hoch- oder Querformat** halten und für welche Ausrichtung die Inhalte entworfen wurden.

Die App besitzt zwar eine Cache-Funktionalität, dennoch sollte die Ladezeit der Inhalte berücksichtigt werden. Die Endgeräte einer größeren Gruppe wählen sich in dasselbe WLAN oder Mobilfunk-Basisstation ein und teilen die verfügbare Bandbreite. Grob vereinfacht ist mit einer **Ladezeit** von etwa einer Sekunde pro Megabyte Daten zu kalkulieren. Bei einem längeren Video oder einer größeren 3D-Animation startt der Lernende dann minutenlang auf einen weißen Bildschirm, was der Motivation abträglich sein kann.



## 4.5 Materialien

Sämtliche Materialien sind im Grobkonzept zu benennen und zu verlinken. Mögliche Materialien sind:

- Basaltext == Basis-Lerninhalte
- Lehrbücher
- Broschüren
- Andere eLearning Kurse
- Bilder und Videos → gut gepflegte Datenbank verwendet (Sortierung, Meta-Daten, Tags)

## 4.6 Lehransatz

Die Didaktik bietet eine große Auswahl an Methoden und Bauteilen, die den Inhalten Form und Struktur verleihen. Auf vieles davon wird in den späteren Kapiteln näher eingegangen. Ein paar der Möglichkeiten sind:

- **Lerntheorie:** kognitivistisch oder konstruktivistisch
- **Steuerung:** Fremdgesteuert oder Selbstgesteuert
- **Sequenzierung und Navigation** zwischen den Inhalten
- **Methode:** App-only, Lehrkraft oder Hybrid (App + Lehrkraft)
- **Tonalität:** Zielgruppe mit „Du“ oder „Sie“ ansprechen
- **Leitfigur:** begleitet die Lernenden durch die Inhalte

- **Dramatische Rahmenhandlung:** Zieht sich durch gesamte Lernroute, auf Kontinuität achten. Nehmen Leitfigur und Lernende eine Rolle in der Handlung ein?

## 4.7 Motivation

Die Motivation dient der Steigerung der intrinsischen Überzeugung des Lernenden sich bis zum Ende der Lernroute mit der Thematik zu beschäftigen und im Idealfall darüber hinaus. Einige dieser virtuellen oder realen Varianten wären:

- Gamification: spielerische Elemente, welche die Motivation steigern
  - Punkte bei Abschluss von Aufgaben und Tests
  - Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade
  - Belohnungen, Abzeichen
  - Bestenliste
- Fortschrittsbalken
- Zertifikat für Qualifikationsnachweis

## 4.8 Weitere Aspekte und Zusammenfassung

Die bisherigen Punkte zusammengefasst und ergänzt ergeben sich für das Grobkonzept einer AR-Lernroute folgende Aspekte:

- Projekttitle
- Ausgangslage: welches Problem soll mit der Lernroute gelöst werden?
- Richtziel
- Abgrenzung: Was ist explizit kein Ziel der Lernroute?
- Zielgruppe
- Voraussetzungen: Welches Wissen muss vorhanden sein wie z.B. abgeschlossene Lehrgänge, berufliche Qualifikation?
- Dauer der Lernroute: Wie viel Zeit werden die Lernenden für die Route benötigen? In einem Zug oder über mehrere Unterrichtsstunden verteilt?
- Bedingungen vor Ort
- Zielplattform
- Materialien
- Einsatzform: ergänzend zu einem anderen Kurs oder alleinstehend
- Motivation
- Lehransatz
- Gestaltung, Bedienung
- Kommunikation: Zielplattform ist ein Kommunikationsgerät und könnte zur Steigerung des Lernerfolges zum Austausch genutzt werden
- Ressourcen und Fertigstellungstermin

Zur Formulierung eines Grobkonzepts befindet eine Vorlage in Tabellenform im Anhang – **Tool: Konzeptplanung**

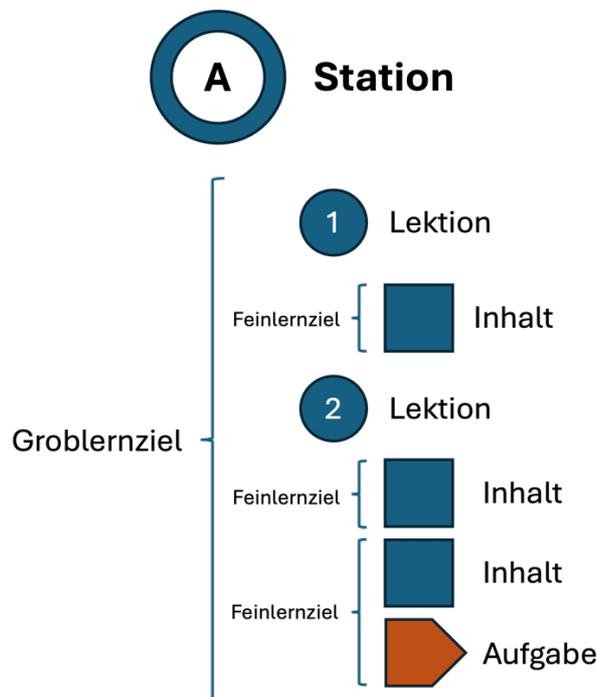
Tool!

## 5 Feinkonzept

### 5.1 Segmentierung – Lernstationen als Lerneinheiten

Wie im Ablauf dargestellt, erfährt das Konzept eine zunehmende Verfeinerung durch Berücksichtigung weiterer Aspekte je näher die Implementierung rückt. Im Feinkonzept wird das Zusammenspiel von Lernenden und Lernroute vor Ort berücksichtigt. Die Lernroute in ihrer Gesamtheit erfordert mehrere Minuten oder gar Stunden aktive Mitarbeit, während der Lernende einen wachsenden Bewegungsdrang, sinkende Motivation und Erschöpfung seiner Aufmerksamkeit verspürt.

Eine mehrstufige Segmentierung verteilt dazu die Lerninhalte auf Lektionen mit jeweiligen Unterkapiteln. Mehrere Lektionen bilden dabei zusammen eine in sich sinnvolle Lerneinheit, die an einer Lernstation zu absolvieren ist. Jeder Lernstation wird ein Groblernziel zugeordnet, jedem Lerninhalt ein Feinlernziel. Um den Lernenden in Bewegung zu halten, sollten Lerneinheiten nicht länger als 20 Minuten dauern.



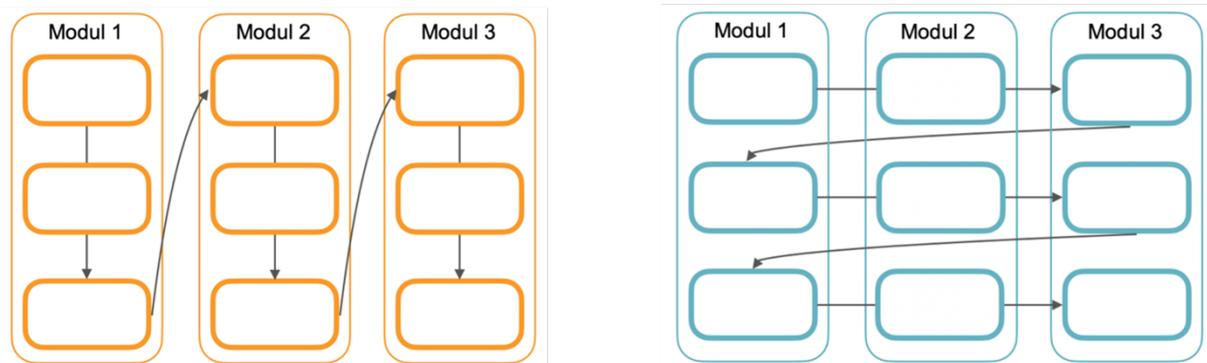
Jede Lernstation besitzt:

- Einen Namen
- Ein Groblernziel
- Ort und Verweildauer
- Namen und Typ der Lektionen
- Einteilung der Lerninhalte
  - Einleitung
  - Inhalte zur Wissensvermittlung, verwendete Materialien auflisten
  - Aufgaben zur Anwendung des Wissens
  - Fazit / Zusammenfassung
  - Tests zur Überprüfung der Lernziele

Auf die verschiedenen Typen von Lektionen und Inhalten gehen spätere Kapitel ein. Wissen darüber ist aber bereits in der Konzeptphase wichtig, um sinnvoll über zu vermittelnde Texte und Medien zu entscheiden. Zur Selbstkontrolle und Aufrechterhaltung der Motivation sollten auch schon Elemente der Gamification, Feedback und Selbsttests berücksichtigt werden. Die letzte Lernstation beinhaltet in der Regel einen Abschlusstest zu Inhalten aller Stationen. Diese Leistungsmessung überprüft das Erreichen der Lernziele.

## 5.2 Sequenzierung – Struktur und Steuerung

Die Sequenzierung definiert, in welcher Reihenfolge die Lernenden die Lektionen durchlaufen. In der klassischen **linear-sukzessiven Variante** konzentrieren sich Lernende auf ein Thema und wechseln erst zur nächsten Lektion, wenn sie die Lernziele für die aktuelle Lektion erreichen. In der **Spiralvariante** werden zunächst die Grundlagen für jede Lektion erläutert, um dann in den Themen weiterzugehen. Damit muss der Lernende zwar zwischen den Lektionen ständig wechseln, aber dadurch lässt sich auch eine bessere Verbindung zwischen den Themen der Lektionen herstellen.

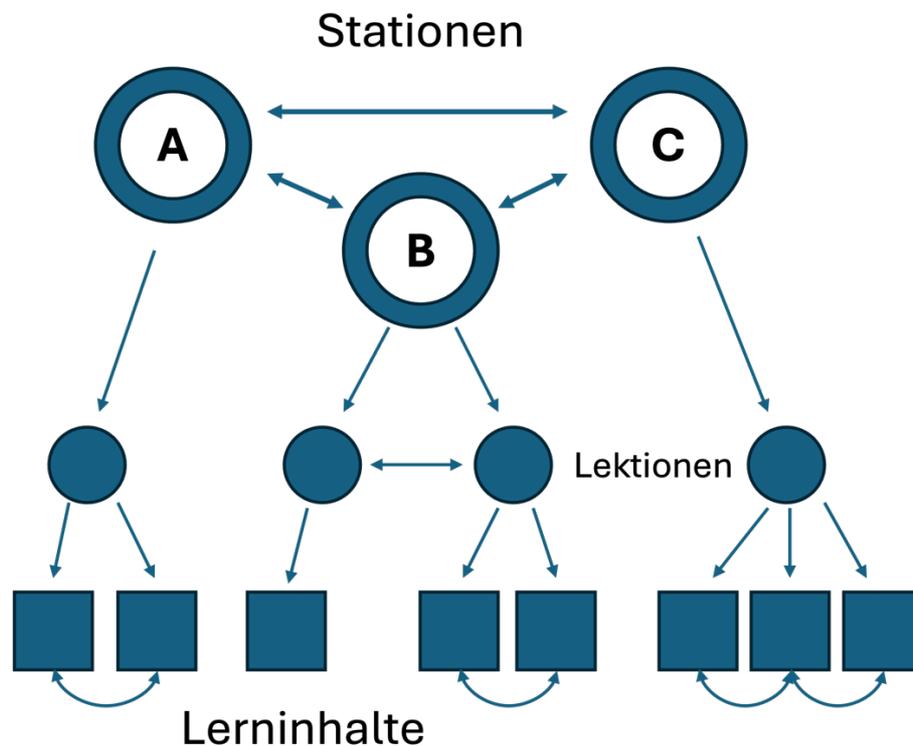


Diese beiden Varianten geben eine sehr starre Reihenfolge vor. Diese Art der Steuerung des Lernenden wird als **Fremdgesteuert** bezeichnet. Sie ist vor allem zur Vermittlung von objektivem Wissen geeignet und nutzt die verfügbare Zeit sehr effizient. Allerdings unterstützen sie nicht die individuellen Lernbedürfnisse des Einzelnen und sind der Langzeitmotivation abträglich. Bei der Spiralvariante kommt hinzu, dass Lernstationen und AR-Lerninhalte zur Unterstützung des immersiven Effekts ortsgebunden sind. Ein Springen zwischen Lektionen unterschiedlicher Stationen würde einen ständigen Wechsel der Position des Lernenden erfordern.

Das **Selbstgesteuerte** Lernen gestattet dem Lernenden so viel Freiheit wie zeitlich und funktionell möglich, um in seinem eigenen Rhythmus voranzuschreiten. Inhalte können in individueller Reihenfolge absolviert und beliebig oft wiederholt werden. Dieser Ansatz eignet vor allem für ein autodidaktisches Lernerlebnis, das allerdings auch sehr zeitintensiv ausfallen kann.

Die Nutzung digitaler Technologien erlaubt Querverbindungen der Inhalte und entspricht eher einem Netz als einem starren Pfad. Genauso wie sich der Lernende auf einer AR-Lernroute durch die offene Welt bewegt, sollten auch die Inhalte einem Open-World-Ansatz folgen und eine nichtlineare Lernerfahrung ermöglichen. Zur Sequenzierung der Inhalte verwendet die Methodensammlung deshalb eine Modifikation der **Hierarchischen Baumstruktur**. So kann der Lernende zwischen Lerninhalten derselben Lektion springen, aber nicht direkt zu Inhalten anderer Lektionen. Dazu ist ein Wechsel

auf die Ebene der Lektionsauswahl notwendig. Dort wiederum lassen sich nur Lektionen derselben Station selektieren. Erst durch reale Änderung der eigenen physischen Position erhält der Lernende Zugriff auf Lektionen anderer Stationen.

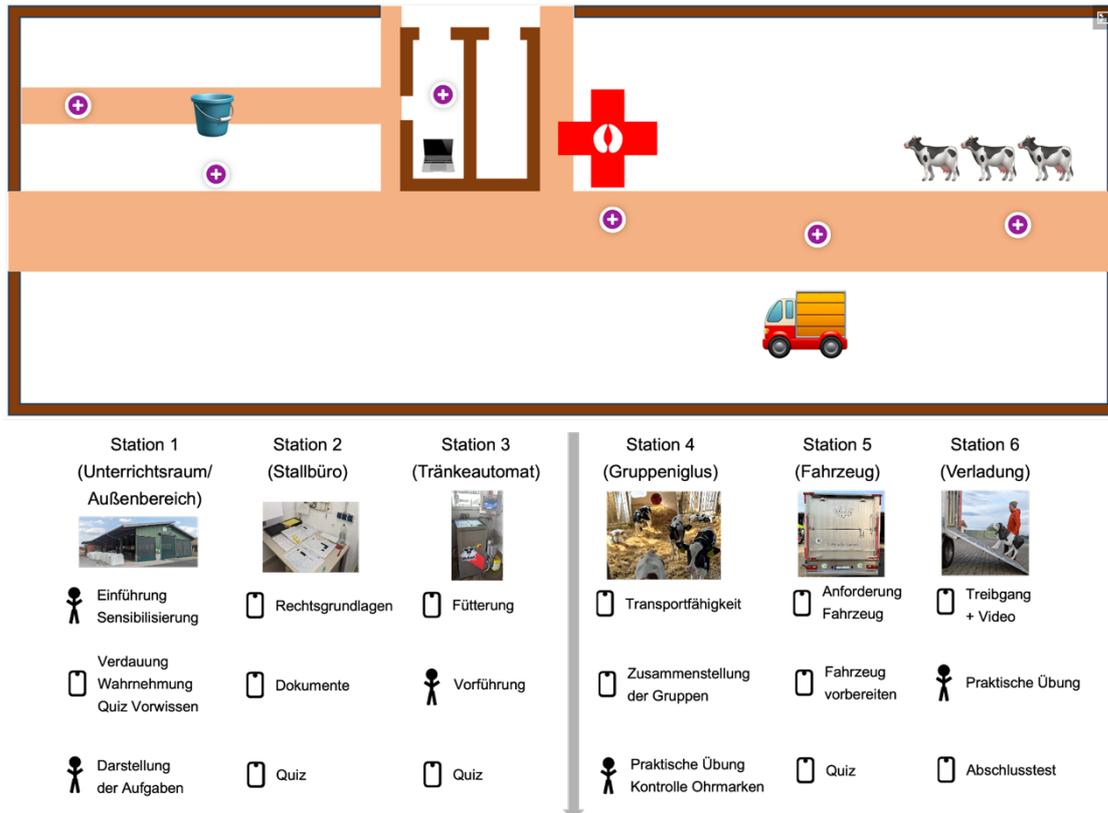


Die Reihenfolge der Stationen kann vorgegeben oder offengelassen werden. In überschaubarem Umfang bietet es sich auch an, den Zugriff auf weitere Lektionen einer bereits besuchten Station erst freizugeben, wenn andere Stationen absolviert wurden. So durchläuft der Lernende mehrmals den Parcours. Aus anderen Situationen, wie dem Besuch eines Trödelmarktes kennt man das Phänomen, dass man manche Dinge erst auf der zweiten Runde bemerkt. Viel häufiger kommt es allerdings vor, dass sich Objekte nicht wiederfinden lassen, deren Kauf man sich erst in Ruhe durch den Kopf gehen lassen wollte.

**Tipps!**

- Vom Einfachen zum Schwierigen:  
Zuerst grundlegendes Wissen (deklaratives Wissen) vermitteln, bevor zu praktischen Anweisungen (prozeduralem Wissen) übergegangen wird. In manchen Fällen kann es jedoch effektiver sein, zuerst praktische Abläufe zu lehren (z.B. Bedienung einer Maschine), bevor detaillierte, theoretische Informationen vermittelt werden (z.B. Erklärung der Komponenten der Maschine)
- Übungen sollten nicht gesammelt hintereinander, sondern über die Lektionen verteilt erfolgen

## 5.3 Beispiel: Konzept für Lernroute Kälbertransport



### Grobkonzept

- **Projekttitel:** Lernroute Kälbertransport
- **Ausgangslage:** Lernende besitzen noch kein umfangreiches Verständnis für komplexe Vorgänge in der Rinderhaltung
- **Richtziel:** Lernende kennen die notwendigen Aufgaben für einen Kälbertransport und können diesen selbstständig vorbereiten und durchführen
- **Zielgruppe:** Lehrlinge in der beruflichen Ausbildung
- **Voraussetzungen:** keine
- **Dauer:** eine Stunde
- **Ort:** Kälberstall Köllitsch
- **Zielplattform:** Tablets mit 21 cm Diagonale mit iOS oder Android
- **Einsatzform:** Hybrid (App + Lehrkraft)
- **Motivation:** Bescheinigung über erfolgreiche Teilnahme, Abzeichen im LMS
- **Lehransatz:** Selbstgesteuert, Tonalität „Du“
- **Fertigstellungstermin:** Juni 2024

### Feinkonzept Station 5: Fahrzeug

- **Name:** Fahrzeug
- **Grobziel:** Lernende kennt die Anforderungen an ein Fahrzeug und kann die Vorbereitungen selbstständig durchführen
- **Ort:** Auf dem Parkplatz, falls ein Fahrzeug vor Ort verfügbar. Ansonsten an einer freien Stelle im Stall.
- **Dauer:** 10 Minuten

- **Lektion 1:** Fahrzeug vorbereiten
  - **Methode:** App
  - **Feinlernziel 1:** Kennenlernen der vorbereitenden Tätigkeiten
    - **Inhalt:** Verkehrstüchtigkeit, Reinigung und Desinfektion, Einstreu, Trennwände, Rampe und Schutzgitter, Papiere, technische Systeme für längere Transporte > 8h
    - **Medien:** Innenraum des Transportes mit einem Sack Einstreu
    - **Übungen:** keine
    - **Tests:** keine
  - **Feinlernziel 2:** Gute Fahrweise verstehen
    - **Inhalt:** vorausschauend, niedrige Geschwindigkeit auf kurvenreichen Strecken, Folgen schlechter Fahrweise
    - **Medien:** Bild von Armaturenbrett mit Ausblick auf Straße, wenn möglich auch Video zu guter und schlechter Fahrweise samt Auswirkung auf Tiere
    - **Übungen:** keine
    - **Tests:** keine
  - **Feinlernziel 3:** Korrekter Umgang mit Kontrollen
    - **Inhalt:** Wer darf kontrollieren? Bundespolizei, Landespolizei, Zoll, BALM. Was wird kontrolliert? Fahrer, Papiere, Fahrzeug, Fahrtenschreiber, Tiere. Mitzuführende Papiere aufzählen.
    - **Medien:** Bilder der verschiedenen Kontrollbehörden. Eventuell Video einer Kontrolle.
    - **Übungen:** Quiz zu den mitzuführenden Papieren
    - **Tests:** keine
- **Lektion 2:** Transporter
  - ...

Zur Formulierung eines Feinkonzepts befindet eine Vorlage in Tabellenform im Anhang – **Tool: Konzeptplanung**

Tool!

## 6 Drehbuch

---

### 6.1 Warum ein Drehbuch?

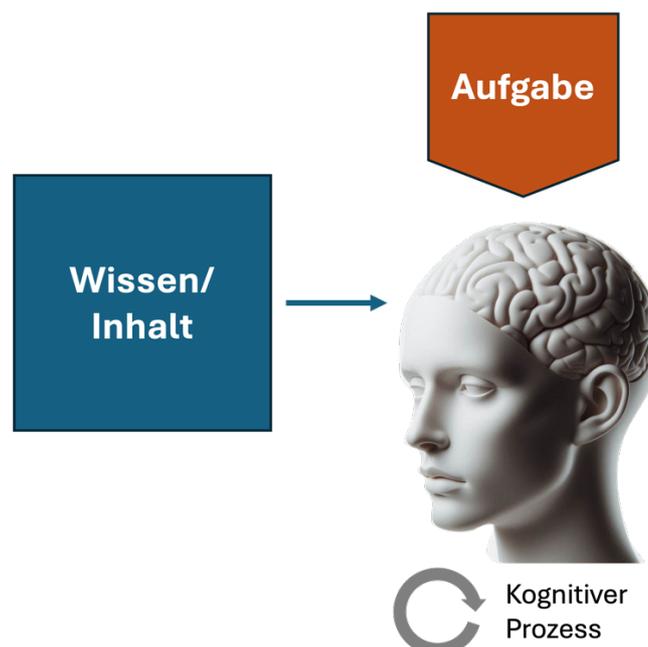
Der Begriff *Drehbuch* weckt spezifische Erwartungen. Darsteller, Kulissen, Kamerateam, Spezialeffekte und ein roter Teppich in Hollywood. So weit sind Lernrouten davon nicht entfernt. Als Kulisse dient die Realität, die wir mit AR-Lerninhalten als Spezialeffekte erweitern. Die Erstellung der Drehbuchseiten erfordert viel Bildmaterial, wodurch man entweder selbst zur Kamera greift oder jemanden dafür bezahlt. Als Darsteller fungieren die Lernenden. Sie besuchen verschiedene Drehorte (Lernstationen) und durchleben die Geschichte aus der Feder des Drehbuchautors und bringen sich selbst in die Handlung ein.

Der Drehbuchentwurf berücksichtigt viele verschiedene Anforderungen. Auf der einen Seite stehen die Lernziele aus dem Konzept, auf der anderen Seite legen die Zielplattform und die Entwicklungssoftware die Grenzen des technisch Möglichen fest. Idealerweise wird das Drehbuch so entworfen, dass es sich ohne wesentlich Änderungen als Grundlage zur Produktion und technischen Umsetzung eignet. Die möglichst präzise Beschreibung aller Inhalte vermeidet Fehlinterpretationen und Korrekturschleifen. Aber auch nach der Entwicklungsphase erfüllt das Drehbuch einen Zweck. Es dient den Lehrkräften als Handbuch und Richtlinie. Spätere Anpassungen der technischen Umsetzung sollten auch stets im Drehbuch nachgezogen werden, um Inkonsistenz zu vermeiden.

### 6.2 Didaktischer Ansatz

Statt der Kreativität freien Lauf zu lassen, ist die Wahl eines didaktischen Ansatzes ratsam, der das ganze Werk prägt. Dazu, wie der Mensch Wissen aufnimmt, verarbeitet und abspeichert gibt es diverse Theorien und verschiedene Methoden die Wissensvermittlung umzusetzen.

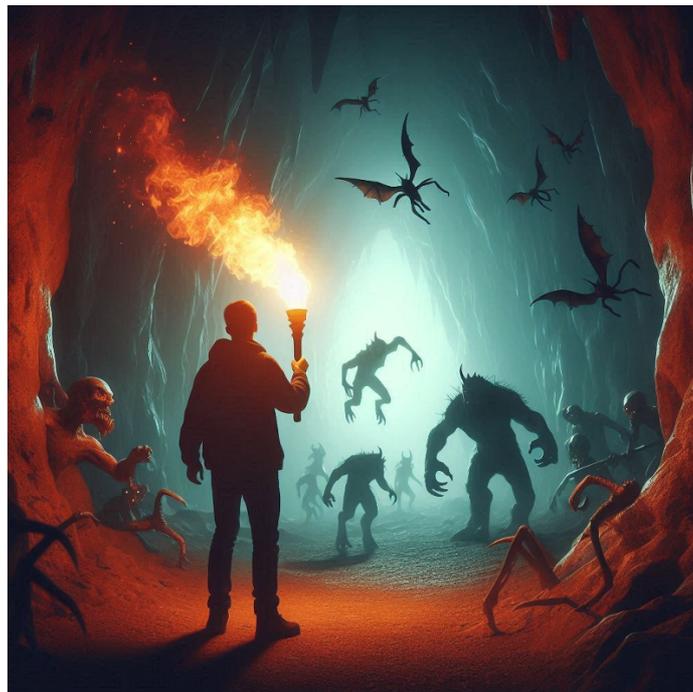
#### Kognitivismus



Der Kognitivismus stellt den kognitiven Prozess im menschlichen Gehirn in den Mittelpunkt. Im ersten Schritt bekommt der Proband diverses Wissen vermittelt. Im zweiten Schritt folgt eine Aufgabenstellung zur Anwendung des Wissens. Dies stößt den kognitiven Prozess an, in dem über die Inhalte nachgedacht, sie hinterfragt und verfestigt werden. Dadurch steigt die Effizienz des Lernprozesses. Dieser Ansatz eignet sich vor allem zur Vermittlung von Faktenwissen.

## Konstruktivismus

Beim Konstruktivismus wird der Lernende einer Situation ausgesetzt, in der Erfahrungen gesammelt und Schlussfolgerungen gezogen werden. Ohne vorheriges Faktenwissen konstruiert der Lernende seinen Lernpfad und das Wissen selbst, um die Situation zu meistern. Dadurch wird das Lernen zum Erlebnis. Dieser Ansatz eignet sich vor allem für problemorientiertes Lernen und zum Festigen von Handlungswissen. Die Umsetzung gestaltet sich wesentlich anspruchsvoller als der Kognitivismus, bietet sich aber für das Thema AR ganz natürlich an, weil der Lernende auf der AR-Lernroute einer Situation ausgesetzt ist, die sich deutlich von einem sterilen Unterrichtsraum unterscheidet. Gefährliche Situationen sind zu vermeiden. Fehler zu machen ist ausdrücklich erlaubt, deren Folgen dürfen jedoch zu keinen katastrophalen Auswirkungen führen. Für Vorgänge mit hohem Gefährdungs- oder Zerstörungspotenzial empfiehlt sich die Umsetzung in einer VR-Lernumgebungen, in denen der Lernende sämtliche Freiheitsgrade in einem absolut sicheren Raum genießt.



## Dramatische Rahmenhandlung

Keine didaktische Theorie, aber dennoch ein Ansatz der sich wie ein roter Faden durch das ganze Drehbuch zieht, ist die Verwendung einer dramatischen Rahmenhandlung. Ein Protagonist, sei es eine Leitfigur oder der Lernende selbst, durchläuft an den verschiedenen Lernstationen eine Geschichte. Dabei ist auf Kontinuität der Handlung zu achten, was gegeben Falls die Freiheit zur Selbststeuerung einschränkt. Die spannende Geschichte soll den Lernenden fesseln und bis zum Schluss motivieren. Beim zukünftigen Anwenden durchschreitet der Lernende das Wissen in seinem persönlichen

Gedächtnispalast und erlebt die Geschichte auf ein Neues wie in einem nostalgischen oder traumatischen Flashback.

## 6.3 Recherche

Beim Entwurf von Lernmaterialien stellt man schnell fest, wie umfangreich ein Thema sein kann und wie wenig man darüber weiß. Es genügt nicht, lediglich etwas mehr Kompetenz als die Lernenden aufzubauen. Das gesamte Gebiet gilt es zu erforschen, seltene Nischen und neue Entwicklungen, um Lerninhalte auf aktuellen Stand zu entwerfen und auf Detailfragen bei der späteren Durchführung der Lernroute vorbereitet zu sein.

Eine zusätzliche Problematik bei landwirtschaftlichen Themen ergibt sich, weil es nicht wie bei harten naturwissenschaftlichen oder ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen nur eine richtige Lösung gibt. Jeder Betrieb verfolgt eigene Tränkeregime oder Arbeitsabläufe, die sich über Jahre etabliert haben und auf denen Futtermiteileinkauf und Schichtplanung abgestimmt sind. Änderungsvorschläge stoßen konsequent auf Granit, wenn damit nicht eine wesentliche Steigerung der Wirtschaftlichkeit oder des Tierwohls erreicht werden kann. Ganz nach den drei Grundprinzipien der Landwirtschaft:

- Haben wir schon immer so gemacht.
- Haben wir noch nie so gemacht.
- Was kümmert es uns, wie die anderen es machen.

Da Lernrouten einen festen Ortsbezug besitzen, bietet sich die Konzentration auf die lokalen Gegebenheiten an. Für die Wiederverwendbarkeit der Lerninhalte auch auf Lernrouten in anderen Betrieben sollte zumindest im Drehbuch über den Tellerrand hinausgeschaut werden, indem optionale Zusatzseiten sich mit alternativen Abläufen beschäftigen oder sich an einer generisch gültigen Abstraktion der Vorgänge versuchen.

Die Recherche nimmt einen wesentlichen Anteil der Zeit für den Drehbuchentwurf ein. Neben der Suche und Sichtung der Quellen gehört dazu auch das Festhalten aller Referenzen, Fakten und Materialien in einer gut strukturierten und mit Metadaten annotierten Datenbank, um sie bei Bedarf wiederzufinden und darauf verweisen zu können.

## 6.4 Gestaltungsrichtlinien für mobile Endgeräte

Damit es beim Lernen nicht zu Frust oder Irritation kommt, sollte bei der Gestaltung auf eine gute Lesbarkeit und Darstellung geachtet werden. Smartphones und Tablets bilden die Zielplattform. Diese zeichnen sich durch eine geringe Bildschirmgröße (circa 15 cm Diagonale) im Vergleich zu Desktop-Computern (circa 60 cm Diagonale) aus, an denen das Drehbuch entworfen wird. Das Drehbuch entspricht zwar nicht 1:1 der technischen Umsetzung, je näher es dieser aber kommt, desto schneller und mit weniger Review-Schleifen läuft die Entwicklung.

Designempfehlungen nach Baldwin und Ching (2019)

- Unterteilen der Inhalte in überschaubare Bruchstücke (**Learning-Nuggets**). **Pro Feinlernziel eine oder mehrere Seiten**. Nicht mehrere Ziele auf einer Seite!
- **Abwechslungsreiche Inhalte**. Vermeidung von Ermüdung. Stimmige Übergänge.

- **Überschriften** als Thema oder Frage formulieren.
- Verwendung von **mobilfreundlichen Schriftgrößen und Schriftarten**. Es bieten sich Schriftgrößen von 14 Pixeln und serifenlose Schriftarten (Arial, Calibri, Helvetica, Verdana) an. Die gesamte Lernroute sollte sich auf nur eine oder maximal zwei Schriftarten beschränken.
- **Hervorhebungen durch Fettdruck** und nicht kursiv.
- Gewähltes **Farbschema** (z.B. Corporate Design) aus Feinkonzept nutzen. Unterschiedliche Farben schaffen Aufmerksamkeit. Kontrast beachten.
- **Höchstens eine Einrückungsebene** in Texten. Weitere Einrückungsebenen können auf der kleinen Bildschirmfläche nicht effektiv angezeigt werden.
- Interaktive Elemente wie **Hyperlinks** deutlich kenntlich machen. Das Ziel des Links sollte vor dem Klicken eindeutig hervorgehen (vor allem externe Ziele außerhalb der Inhalte der Lernroute)
- Vermeiden von unnötigen oder irrelevanten Bildern. Nutzung von **Piktogrammen** als wiederkehrende einfache Symbole (z.B. für Tipps, Warnung).
- Reduzierte Verwendung von **Tabellen**. Keine Tabellen für Layout.
- Verwendung von **Downloads** aufs nötigste minimieren.
- **Scrollen minimieren**. Horizontales Scrollen gänzlich unterlassen.



Beim Design sind des Weiteren die technischen Möglichkeiten der verwendeten Autorenwerkzeuge in der Entwicklung zu beachten. Nur existierende Inhaltstypen können sofort umgesetzt werden. Anforderungen, die darüber hinaus gehen, haben eine Neu- oder Weiterentwicklung von Inhaltstypen zur Folge. Höhere Ansprüche an die Zielplattform (z.B. Kamera, Mikrophon, Rechenleistung) haben eine reduzierte Auswahl für in Frage kommende Endgeräte zur Folge.

## 6.5 Anwendungsfelder für Augmented Reality

Trotz der genannten Vorteile ist der Einsatz von AR kein Garant für einen Lernerfolg. AR ist nicht automatisch anderen Lernformen überlegen, sondern entfaltet sein Potenzial dann, wenn es sinnvoll eingesetzt wird. Allein wegen des Aufwands und der Kosten, die mit der

Erstellung von AR-Inhalten einhergehen, sollte der Einsatz sorgsam abgewogen werden. Dabei sollten stets die formulierten Lernziele im Hinterkopf behalten werden. Folgende Einsatzbereiche können für die Aus- und Weiterbildung relevant sein.

- **Visualisieren von nicht-zugänglichen, nicht-sichtbaren oder abstrakten Inhalten:** AR bietet Möglichkeiten Inhalte zu visualisieren und damit greifbarer zu machen, ohne auf komplexe Erklärungen zurückgreifen zu müssen. Beispielsweise könnte der innere Aufbau und Ablauf von Maschinen sichtbar werden, während man vor ihr steht. Auch abstrakte Inhalte wie beispielsweise biologische Vorgänge, könnten durch AR erlebt werden.
- **Bewegungs- und Handlungsabläufe:** Durch die Möglichkeit schrittweise Instruktionen in die reale Welt zu projizieren, können Arbeitsabläufe mit den zugehörigen Handlungen und Bewegungen verinnerlicht werden. Beispielsweise könnte die Interaktion mit Maschinen in der realen Arbeitsumgebung beliebig oft geübt werden, mit der Möglichkeit von Feedback bei jedem Handlungsschritt.
- **Sicherheitstrainings / gefährliche Situationen oder Arbeit mit gefährlichen Substanzen:** Potenziell gefährliche Situationen können mit Hilfe von AR in sicherer Umgebung erlernt werden und mit der realen Umgebung, in der sie stattfinden könnten, verknüpft werden. Genauso können angemessene Reaktionen auf diese Situationen im Sinne von Sicherheitstrainings praktisch nacherlebt und geübt werden.
- **Arbeit mit teurer oder nicht zugänglicher Ausstattung / Geräte:** Für Arbeitsmittel, die aus unterschiedlichen Gründen nicht zu Verfügung stehen, kann AR mit virtuellen Modellen oder Simulationen aushelfen, sodass sich mit der Funktionsweise und Bedienung vertraut gemacht werden kann.
- **Fehler-lernen:** Durch die Möglichkeiten, unterschiedliche Optionen und Lösungswege mithilfe von AR auszuprobieren, können auch Fehler „ausprobiert“ werden. Dadurch kann erlebt werden, welche Handlung zu welchen Konsequenzen führen würden, ohne dass reale (negative) Konsequenzen erlebt werden müssen.
- **Bewertung / Übung:** Durch Übungen mithilfe von AR können praxisnahe Aufgaben beliebig oft geübt werden und mit Feedback in Echtzeit versehen werden. Dadurch können die Lernenden ihre Fähigkeiten testen und durch die Rückmeldungen ermutigt oder zu neuen Lösungsstrategien animiert werden.
- **Zeitlich abhängige Ereignisse:** Ereignisse, die nur selten eintreten oder von bestimmten Bedingungen abhängig sind, wie beispielsweise der Witterung, können durch AR zeitlich unabhängig und beliebig oft erlebt werden.

Um einen AR-Effekt zu erzeugen, existieren verschiedene Methoden, um einen Bezug zwischen Lerninhalten und Realität herzustellen. Durch die Ergänzung der Lerninhalte um maschinenlesbare Metadaten zur Position wird automatisch ein Ortsbezug hergestellt. Der nächste Schritt der Immersion erfolgt durch Einbindung von Objekten vor Ort. Entweder durch Wiedererkennung auf Bildern in den Materialien, durch Nutzung als Marker oder durch Handlungsanweisungen, mit den realen Objekten zu interagieren.

Dem Lernenden stehen Sinne zum Sehen, Hören, Riechen und Fühlen zur Verfügung. Vielfältige Stimulation der Sinne führt zu einem ausgeprägteren Lernerlebnis. Zur Entwicklung von Ideen und Abschätzung der realistischen Umsetzung ist eine intensive Beschäftigung mit dem Handlungsort und häufige Begehung notwendig. Nur vor Ort

lassen sich Möglichkeiten für AR und potenzielle Probleme für die Durchführung erkennen. Ein vollständiges Outsourcen des Drehbuchentwurfes oder alleinige Arbeit daran im Home Office führen zu absehbar unbefriedigenden Ergebnissen.

Tipps!

Der BMBF-geförderte **COPLAR-Leitfaden** von Goertz, Fehling und Hagenhofer zeigt unterschiedliche Lernszenarien mit Beispielprojekten auf, in denen VR und AR eingesetzt wurde, die als Inspiration dienen können.

[COPLAR-Leitfaden, Didaktische Konzepte identifizieren – Community of Practice zum Lernen mit AR und VR \(2021\)](#)

## 6.6 Inhaltstyp: Multimediaseiten

Abwechslungsreich und anschaulich vermitteln Multimediaseiten durch einfachen Text, Audio, Bilder/Grafiken und Videos/Animationen die Lerninhalte. Die sinnvolle und lernzielorientierte Kombination der verschiedenen Medien unterstützt den Lernprozess und motiviert die Lernenden. Der Aufbau ist vergleichbar mit einer PowerPoint-Folie oder Webseite. Die Position der Elemente entspricht derjenigen in der technischen Umsetzung. Alles sollte so genau wie möglich arrangiert und beschrieben werden. Für Lehrkräfte bieten sich Zusatzinformationen an, die in der Implementierung nicht auftauchen. Da Lernende die einzelnen Seiten frei ansteuern können (siehe Baumstruktur), sollte jede Seite möglichst selbsterklärend sein und nicht von vorherigen Seiten abhängen (Ausnahme z.B. bei dramatischer Rahmenhandlung).

### Text

Bildschirmtext ist die einfachste Form, um Lerninhalte zu vermitteln. Einige Besonderheiten, die es dabei zu beachten gilt, ergeben sich aus dem Lernen mit dem Smartphone und der geringen Bildschirmgröße (siehe Kapitel Gestaltungsrichtlinien für mobile Endgeräte). Der Text ist so kurz und präzise wie möglich zu halten.

- **Kombination von Text und Bild.** Nach dem Multimedia-Prinzip sollten Inhalte nicht allein durch Text, sondern in Kombination mit anderen Medien vermittelt werden. Bilder bieten eine visuelle Erklärung und Ergänzung zum Text in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft.
- **Redundanter Text.** Wenn Inhalte bereits über Diagramme oder Animationen erklärt werden, ist zusätzlicher Text überflüssig. Dies trifft vor allem bei Audio-Erklärungen zu. Ausnahmen stellen barrierefreie Lernangebote dar, welche unter Berücksichtigung von Einschränkungen der Lernenden die Lerninhalte auf mehreren Wegen vermitteln.
- **Schreibstil.** Die gewählte Tonalität aus der Konzeptphase schlägt in der Verwendung von umgangssprachlicher oder formaler Sprache sowie Ansprache nieder. Nach dem Personalisierungs-Prinzip können die Lernenden direkt angesprochen werden, so dass beispielsweise aus „beim Bedienen der Maschine“ eher „Wenn du die Maschine bedienst“ wird.

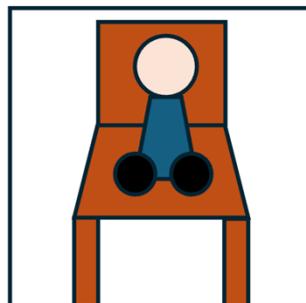
## Fotos/Realbilder

Mit realen Bildern lassen sich realistische und unverfälschte Darstellungen vor Ort einfangen, sodass beispielsweise Maschinen, Situationen oder Umgebungen authentisch illustriert werden können. Realbilder können als normale 2D Bilder, 3D Bilder, (horizontalen) Panorama-Aufnahmen oder (innenkugelförmigen) 360° Panorama-Aufnahmen vorliegen

- **Funktionale Bilder.** Grafiken und Bilder sollen eine (zusätzliche) Erklärung der Inhalte vermitteln, rein dekorative Bilder sind damit eher zu vermeiden, da dadurch von wichtigen Inhalten abgelenkt werden könnte.
- **Momentaufnahmen.** Bilder zeigen seltene, gefährliche oder saisonale Ereignisse, die vor Ort zu einem früheren Zeitpunkt stattfanden, aber aus nachvollziehbaren Gründen nicht während der Durchführung der Lernroute.
- **Detailaufnahmen.** Diese sollen die Aufmerksamkeit des Lernenden auf Details im Raum lenken, die sonst übersehen werden.

Die Bilder sind auf den Multimediaseiten exakt an der Stelle zu positionieren, wo sie später auch erscheinen sollen. Existieren noch keine passenden Aufnahmen, bieten sich Platzhalter in entsprechender Größe an. Platzhalter können in Form von Beschreibungen, Skizzen oder KI-generierten Bildern vorliegen. Wenn die Beschreibung einem beauftragten Fotografen als Anweisung dient, sollte sie möglichst detailliert die Szenerie schildern und Vokabular aus der Fotografie verwenden (z.B. Nahaufnahme, Totale).

Bild eines  
Platzhalters,  
Stuhl im leeren  
Raum darauf  
sitzt eine Puppe



Skizze

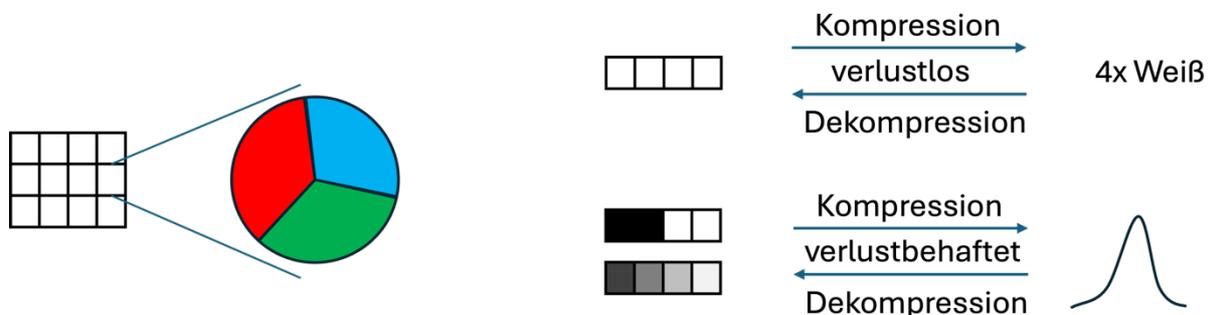


KI

Die Speicherung von Realbildern erfolgt in Bitmap-Formaten. Ein Bild besteht aus einer rechteckigen Anordnung von Punkten, den sogenannten Pixeln. Bei z.B. 6000 Pixeln in einer Zeile (Breite) und einer Zeilenanzahl von 4000 (Höhe), spricht man von einer 24 Megapixel Aufnahme ( $6000 \times 4000 = 24$  Millionen, Mega == Millionen). Die Farbinformation eines Pixels teils sich auf in Werte für den Rot-, Grün- und Blau-Anteil (RGB). Das menschliche Auge besitzt Rezeptoren für die jeweiligen Farben (bzw. Wellenlänge), den sogenannten Zäpfchen. Werden alle drei Rezeptoren gleichermaßen stimuliert, sieht der Mensch die Farbe Weiß. Dieses Phänomen wird als Additive Farbmischung bezeichnet. Im Gegensatz dazu steht die Subtraktive Farbmischung aus dem Kunstunterricht, bei der die Farbmischung je dunkler wird, desto mehr verschiedene Farben man zusammenbringt.

Zur Speicherung stehen üblicherweise je Farbe ein Byte zur Verfügung. Bei 24 Megapixel ergibt dies 72 Megabyte. Für die Archivierung oder Verteilung wäre so eine Größe unbrauchbar, weshalb Bilder in Formaten mit Komprimierung gespeichert werden. Die Komprimierung kann verlustlos oder verlustbehaftet erfolgen. Bei der verlustlosen

Komprimierung nutzt man Häufungen von Mustern in den Bilddaten wie z.B. 10 gleichfarbige Pixel hintereinander. Häufige Muster werden kürzer kodiert, seltene Muster länger. So ergibt sich insgesamt eine Reduzierung. Bei der Anzeige des Bildes nach erfolgreicher Dekomprimierung werden die kodierten Muster durch ihre Originale ersetzt und das Bild erscheint unverändert.



Die verlustbehaftete Komprimierung ist dagegen deutlich komplizierter. Sie macht sich Eigenschaften der visuellen Wahrnehmung des Menschen zu Nutze. Dieser sieht Helligkeitsunterschiede deutlich präziser als Farbunterschiede. Außerdem treten in der Natur harte Farbübergänge selten auf, dies ist eher in menschengemachten urbanen Umgebungen zu beobachten. Die Algorithmen zur verlustbehafteten Komprimierung verschlechtern folglich bewusst die Farbdarstellung und verwischen die Farbübergänge. Abschließend erfolgt erneut eine Kodierung mit Mustern. So werden Datenreduzierungen um die 90% erreicht ohne deutliche Qualitätseinbuße. Der Detailgrad des Originals ist allerdings nach der Komprimierung verloren. Jede weitere Bearbeitung und erneute Komprimierung der Bilder führt zu weiteren Detailverlust. Fortgeschrittene KI-Algorithmen können lediglich raten, wie es vorher aussah und einen scheinbaren höheren Detailgrad dazuerfinden.

Für die Zielplattform genügen Bildgrößen von unter einem Megapixel. Von Originaldateien sollten dazu verkleinerte Kopien erstellt werden. In der Mediendatenbank gehören beide Versionen, um spätere Änderung auf Basis des höherwertigen Originals vornehmen zu können.

*Verbreitete Formate:* JPEG, PNG, WebP

*Mögliche Tools:* Kameras, Foto-Apps auf Smartphones, zahlreiche Bildbearbeitungs-Tools am Computer

## Illustrationen/Grafiken

Mit Grafiken lassen sich Prozessabläufe oder der Aufbau von Systemen visualisieren. Es sind künstliche, von Menschen gezeichnete Darstellungen, die einfache Symbole und Formen verwenden und durch Textanmerkungen ergänzen.

- **Position.** Wenn Illustrationen durch Text ergänzend erklärt werden, ist es sinnvoll, den Text in das Bild zu integrieren. So müssen die Lernenden nicht in Gedanken hin und her springen, um die Informationen zu verknüpfen.
- **Redundante Information.** Eine Illustration sollte möglichst für sich selbst stehen und verständlich sein, mit der Möglichkeit von erklärendem Text innerhalb des Bildes. Eine zusätzliche Erklärung, die das Bild jedoch schon liefert, sollte vermeiden werden.

Die Speicherung erfolgt in Vektorformaten. Die Bildinformationen sind dort als Menge geometrischer Grundformen abgelegt. Bei der Darstellung auf dem Display erfolgt eine Berechnung (Rendering) des Gesamtbildes. Bei jeder Größenänderung erfolgt die Berechnung erneut, weshalb die Darstellung verlustfrei skaliert werden kann. Die Dateigröße hängt folglich nicht von der Größe des Bildes, sondern von dessen Detailgrad ab. Je mehr verwendete Formen, desto größer die Datei.

*Verbreitete Formate:* SVG, PDF

*Mögliche Tools:* PowerPoint, Inkscape

## Diagramme

Diagramme eignen sich um Datenverläufe oder Datensätze vergleichend darzustellen. Sie visualisieren anschaulich Daten und Fakten. Zu beachten ist, dass zu detaillierte Diagramme auf Smartphones gegebenenfalls schlecht lesbar sind.

- **Position.** Beschreibender Text zu den Diagrammen sollte möglichst gemeinsam positioniert werden, sodass die Diagramme dort platziert werden, wo sie im Text beschrieben werden und nicht am Ende der Seite.

*Verbreitete Formate:* (abhängig von Exportmöglichkeiten der verwendeten Tools)

*Mögliche Tools:* Excel

## Videos

Videos und Animationen eignen sich gut, um dynamische Prozesse oder Funktionsweisen zu visualisieren. Durch die Nutzung von Zeitlupen- oder Zeitraffer-Aufnahmen lassen sich auch Vorgänge darstellen, die der menschlichen Wahrnehmung entgehen. Durch Vergrößerung oder Verkleinerung (bzw. Zoom) werden Abläufe auf sehr kleinen oder sehr großen Maßstab greifbar. Es gibt sowohl 2D als auch 3D Videoformate.

- **Videos einteilen.** Genauso wie viel Text mit langem Scrollen vermieden werden sollte, bietet es sich an, Videos nicht als ein langes, sondern wenn möglich in einzelne, kleine Videos einzuteilen oder Kapitelmarken zu setzen.
- **Kontrollmöglichkeiten.** Um Videos oder auch Animationen abzuspielen ist es hilfreich, wenn die Lernenden Möglichkeiten wie Pause, Vorspulen/Zurückspulen oder wiederholen bekommen. So können die Lernenden in ihrem Tempo die Inhalte ansehen.

Wie Realbilder werden Videos pixelweise gespeichert. Die menschliche Wahrnehmung benötigt für eine flüssige Darstellung eine möglichst hohe Anzahl von Einzelbildern pro Sekunde. Je nach Format reicht dies von 24 (Kinofilme) bis hin zu 60 (NTFC, Halbbilder) pro Sekunde. Unkomprimiert sind die dabei entstehenden Datenmengen unpraktisch. Wie bei der verlustbehafteten Bildkomprimierung macht man sich bei der Videokomprimierung die Eigenheiten der visuellen Wahrnehmung zu Nutze. Bewegtbilder benötigen einen viel geringen Detailgrad für einen subjektiv guten Bildeindruck. Zudem wird nicht jedes einzelne Bild separat gespeichert, sondern nur die Bildänderungen zwischen den Einzelbildern. Dadurch sind Komprimierungsraten von bis zu 99% möglich. Die Qualität von Standbildern liegt dadurch allerdings auch um Faktor 10 niedriger als bei Fotografien und sollten somit nicht als günstiger Ersatz für Einzelaufnahmen dienen.

*Verbreitete Formate:* MP4 (Codec H.264/AVC, H.265/HEVC), WebM

*Mögliche Tools:* Kameras, Video-Apps auf Smartphones, zahlreiche Videobearbeitungstools auf Computern

### 3D-Objekte

3D-Objekte eignen sich, um virtuelle Gegenstände von allen Seiten betrachten und mit ihnen interagieren zu können. Die Objekte liegen dabei entweder statisch oder dynamisch als kurze Animationssequenz vor. Die Erstellung von hochwertigen 3D-Objekten ist sehr aufwendig. Manche aktuellen Smartphones und Tablets besitzen 3D-Sensoren und können mittels Zusatzprogrammen eine Ausgangsbasis für die Weiterverarbeitung erzeugen. Die Bearbeitung mit Spezialprogrammen am Computer erfordert eine hohe Einarbeitungszeit und gestaltet sich im dreidimensionalen Raum wenig intuitiv, da Eingabegeräten und Bildschirmen für die zweidimensionale Darstellung ausgelegt sind. Dazu kommen die hohen Datenmengen für die anmutig wirkende 3D-Objekte, die aus einem komplexen Gitternetz mit darüberliegender hochauflösender Texturtapeete bestehen.

*Verbreitete Formate:* OBJ, STL

*Mögliche Tools:* Blender, SketchUp

### Audio

Audio kann auf unterschiedliche Arten in die Lerninhalte eingebunden werden. Die Bereitstellung von ergänzenden Erklärungen über Tonspur stellt eine Möglichkeit dar. Klangbeispiele können typische Geräusche einer Maschine wie akustische Indikatoren einer Fehlfunktion oder Alarmsignale sein. Eine weitere Möglichkeit sind Zusammenfassungen einer Lerneinheit oder die Einbindung eines kurzen Podcast.

- **Untertitel oder Audio?** Für Videos oder Animationen bieten sich Audio-Erklärungen an. Alternativ kann aber auch auf Untertitel zurückgegriffen werden. Es sollte allerdings vermieden werden, Audio-Erklärungen und zusätzliche Untertitel mit unterschiedlichem Inhalt zu verwenden, da dies die Lernenden überfordern kann.
- **Soundeffekte oder Musik?** Auch wenn Hintergrundmusik in manchen Kontexten hilfreich sein kann, wird im Fall von AR-Lernrouten davon abgeraten, da dies die Konzentration stört. Soundeffekte sollten lediglich eingesetzt werden, wenn sie einen Lerninhalt demonstrieren sollen.

Generell sollte der Einsatz von Audio auf Lernrouten mit Bedacht gewählt werden. In der Landwirtschaft geht es laut zu. Tierlaute, Maschinengeräusche, Kommunikation der Angestellten über Zurufe. Dazu käme nun eine größere Gruppe an Lernenden, die alle ihre eigenen Geräuschquellen mit sich tragen. Im Gegensatz zu visuellen Inhalten, die individuell angezeigt werden und andere Gruppenmitglieder nicht stören, teilen sich akustische Inhalte ein Medium. Alle Geräusche vermischen sich zu einer großen Kakophonie, die für den Lernenden keinen Mehrwert sondern nur noch Ablenkung darstellt. Bei Verwendung von Audio ist deshalb zu Kopfhörern zu raten. Diese besitzen allerdings den Nachteil, die Wahrnehmung der Vor-Ort-Atmosphäre und damit die natürliche Immersion zu dämpfen.

Die Speicherung von Audio-Inhalten macht sich charakteristische Eigenschaften des menschlichen Gehörs zu nutze. Dieses kann nur Frequenzen unter 20 kHz wahrnehmen und weist ebenso Beschränkungen bei der Dynamik auf.

*Verbreitete Formate:* MP3, AAC

*Mögliche Tools:* Audio-Rekorder auf Smartphone und Computer, Audacity

## 6.7 Inhaltstyp: Interaktive Übungen

Um das erlernte Wissen zu vertiefen, sollten interaktive Übungen in die Lernroute eingebunden werden. Dadurch können die Lernenden ein besseres Verständnis der Lerninhalte erlangen, indem sie sich aktiv damit auseinandersetzen und es selbst anwenden. Optimalerweise verteilen sich Übungen über die Lerneinheit und sollten nicht hintereinander weg eingesetzt werden.

Mögliche Formate sind:

- Wahr-Falsch Fragen
- Kurze Antworten auf Fragen formulieren
- Richtige Antwort(en) aus mehreren Optionen auswählen (Single-Choice, Multiple-Choice)
- Drag-and-Drop Aufgaben
- Mini-Spiele (Hangman, Kreuzworträtsel, Wer wird Millionär?, Sudoku)
- Visual Novel (Geschichte mit Entscheidungen zu verschiedenen Pfaden)
- Gruppenaufgaben
- Interaktion mit der Umwelt (Fotografieren, Informationen sammeln, Dokumente hochladen)
- Trainieren von Tätigkeiten und Handlungswissen

Die Möglichkeiten hängen dabei von den Fähigkeiten der verwendeten Autorentools für die technische Umsetzung und vom Learning Management System ab. Für viele Formate werden Vorlagen mitgeliefert, die nur noch nach eigenen Bedürfnissen zu konfigurieren sind. Für individuelle Spielideen können Grundelemente der Autorentools für eigene Spielmechaniken umfunktioniert werden.

Übungen müssen so genau wie möglich beschrieben werden. Dazu gehören:

- Die Darstellung
- Die Spielmechanik bzw. Bedienung
- Ablauf, korrektes und fehlerhaftes Ergebnis
- Anweisungen und Feedback an den Lernenden

Die Herausforderung ist, einen interaktiven Vorgang im statischen Drehbuch so exakt zu skizzieren, dass bei der technischen Umsetzung keine Fragen oder Missverständnisse entstehen. Die Übungen sollten einfach verständlich und intuitiv zu bedienen sein. Alle möglichen Reaktionen des Lernenden müssen berücksichtigt werden. Für eine umfangreiche Einführung oder Hilfestellung durch eine Lehrkraft fehlt die Zeit auf der Lernroute.

- Übungen können in der Schwierigkeit ansteigen, um den Lernenden ausreichend Herausforderung zu bieten.
- Vermeidung von Wiederholungen desselben Formats, besonders Übungen sollten unterschiedlich und abwechslungsreich ausfallen.
- Wenn automatisches Handeln eingeübt werden soll, können repetitive Aufgaben eingesetzt werden.

## 6.8 Inhaltstyp: Leistungstest

Um den Lernfortschritt zu prüfen, einerseits als Prüfung von außen durch das Lehrpersonal und andererseits für die Lernenden selbst, sollten neben Übungen auch Leistungstests in die Lernroute eingebaut werden. Diese können als summative Prüfung am Ende jeder Lernstation stattfinden.

Für Leistungstests kommen grundsätzlich ähnliche Formate wie für Übungen in Frage. Sie sollten auf die formulierten Lernziele abzielen und können online prinzipiell bekannte Formen annehmen, wie sie auch im klassischen Unterricht angewendet werden.

- Wahr-Falsch Fragen
- Kurze Antworten auf Fragen formulieren
- Richtige Antwort(en) aus mehreren Optionen auswählen (Single-Choice, Multiple-Choice)

Das Drehbuch beschreibt so exakt wie möglich die Eigenschaften des Leistungstest, so dass bei der technischen Umsetzung keine Unsicherheiten auftauchen. Dazu gehören:

- Für jede Frage den Fragentyp definieren
- Korrekte und fehlerhafte Antworten für jede Frage
- Konsequenzen für jede mögliche Antwort: Punkte, Strafpunkte, Punkte bei teilweisem oder nur vollständig korrektem Ergebnis
- Feedback bei korrekten und falschen Antworten
- Test wiederholbar, welches Testergebnis wird gewertet (bestes, letztes)
- Kriterium zum Bestehen des Tests (z.B. 70% der Punkte erreicht)

Übungen und Leistungstests können mit Gamification verbunden werden. Beispielsweise kann durch das Abschließen von Übungen oder erfolgreiches Bestehen von Leistungstests digitale Abzeichen / Punkte gesammelt werden oder es werden weitere Inhalte der Lernroute freigeschaltet.

## 6.9 Feedback

Damit die Lernenden einschätzen können, wie gut sie das vermittelte Wissen anwenden können und in Übungen und Leistungstest (selbst) prüfen, ist es wichtig, dass in der Lernroute Feedback eingebaut wird. So können die Lernenden (und die Lehrkräfte) ihre Stärken und Schwächen in Bezug auf die Themen besser einschätzen.

So erscheinen während Übungen beispielsweise Hinweise, ob der gewählte Weg richtig oder falsch ist und was zu verbessern wäre. Damit ist Feedback gemeint, dass in den Lerninhalten eingebliedert wird und kein vom Lehrpersonal von außen herangetragenes Feedback.

Folgendes gilt bei Feedback zu beachten:

- **Formulierung:** Feedback sollte klar, spezifisch und so simpel wie möglich formuliert sein.
- **Erklärendes Feedback:** Feedback sollte nicht nur angeben, ob die gewählte Antwort richtig oder falsch ist, sondern auch eine Erklärung und/oder Verbesserungsvorschlag beinhalten.
- **Platzierung:** Bei komplexen, schrittweisen Prozessen, die erlernt werden sollen, kann Feedback an den einzelnen Schritten sinnvoll sein. Bei Aufgaben, die strategische Fähigkeiten erfordern ist Feedback am Ende gut möglich.
- **Benotung:** Punkte oder Benotung während der Aufgabe könnten demotivierend wirken oder einen Leistungs- und Vergleichsdruck auslösen. (Für Gamification könnte das bedeuten, dass besser Punkte oder Abzeichen für das erfolgreiche Abschließen einer Übung oder Leistungstests vergeben werden, statt für einzelne Antworten innerhalb.)
- **Anzeigen:** Feedback sollte am besten so auf dem Bildschirm angezeigt werden, dass die Frage oder Aufgabe, die Antwort und das Feedback zeitgleich sichtbar eingebliedert werden. So ist den Lernenden klar, auf welchen Teil sich das Feedback bezieht.
- **Audio/Text:** Bei Lernumgebungen, die sehr visuell aufgeladen sind (zum Beispiel innerhalb einer Augmented Reality Übung), kann es sich anbieten das Feedback über Audio statt Text einzubinden. So werden die Lernenden visuell nicht überlastet.

## 6.10 Gamification

Spielerisches Lernen. Um die Lerninhalte spannend und motivierend zu gestalten, können spielerische Elemente, sogenanntes Gamification, eingesetzt werden. Das bedeutet, dass Mechaniken verwendet werden, die sonst beispielsweise aus Computerspielen bekannt sind.

Gamification in Lernumgebungen zur beruflichen Aus- und Weiterbildung kann nicht nur die Motivation von Lernenden, sondern auch den Lernerfolg erhöhen. Außerdem kann es die Bereitschaft der Lernenden steigern, sich mehr mit den Inhalten zu beschäftigen und auseinander zu setzen.

Diese Vorteile ergeben sich unter anderem daraus, dass diese Elemente Lernziele und deren Relevanz für die Lernenden verdeutlichen und durch diese Etappen-ziele durch die Lernroute leiten. Außerdem wird dadurch ermöglicht, direktes Feedback zu erhalten und Lernerfolge zu belohnen.

Spielelemente, die allgemein häufig, aber auch im Bereich der Aus-und Weiterbildung oder des mobilen Lernens mit AR, eingesetzt werden sind beispielsweise:

- **Punkte.** Für das Erreichen verschiedener Aufgaben, beispielsweise das erfolgreiche Abschließen einer Augmented Reality-Übung können Punkte

vergeben werden. Diese dienen als Anhaltspunkt für den bisher erreichten Fortschritt.

- **Levels.** Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade können in Levels aufgeteilt werden. Beispielsweise können Module, die in der Komplexität der Inhalte steigen, durch aufsteigende Level dargestellt oder auch nacheinander erst freigeschaltet werden.
- **Herausforderungen/Challenges.** Aufgaben können als Herausforderungen gekennzeichnet werden, die beispielsweise die Schwierigkeit der Aufgabe widerspiegelt. Genauso können Lerntests wie Quizze als Herausforderungen eingebaut werden.
- **Belohnungen.** Für verschiedene Abschnitte in der Lernroute können Belohnungen erfolgen. Für das Erledigen von Aufgaben oder das Abschließen eines Moduls. Neben Punkten als Belohnungen könnten auch positive und motivierende Abzeichen auf dem Bildschirm eingeblendet werden.
- **Fortschrittsanzeigen.** Um zu visualisieren, wie viel Aufgaben bereits erledigt wurden oder den Fortschritt in der Lernroute allgemein, kann ein Fortschrittsbalken eingeblendet werden. Dies kann motivieren und hilft einen Überblick zu behalten.
- **Bestenlisten.** Die erreichten Ziele können in sich aktualisierenden Bestenlisten visualisiert werden. Dies ermöglicht den Vergleich mit Anderen und kann motivieren, sich zu verbessern.

Weitere Möglichkeiten sind beispielsweise die Lernroute oder Abschnitte davon mit einer Geschichte zu verbinden und das Prinzip des Storytellings zu nutzen. Bei Lernrouten, die vor Ort stattfinden, könnten die einzelnen Stationen mit einer übergreifenden Handlung miteinander verbunden werden. Genauso können Teamarbeit oder Wettbewerb in die Lernroute eingebaut werden.

Art und Umfang der Spielelemente sind den Drehbuchautoren überlassen. Sie hängen allerdings auch von den Möglichkeiten des Learning Management Systems ab. Jedes System bringt eigene Elemente von vornherein mit oder lässt sich um zusätzliche Elemente durch Plugins erweitern. Einige lassen sich auch miteinander verknüpfen, beispielsweise können in Herausforderungen Punkte erworben werden, die sich dann auf Bestenlisten abbilden lassen. Diese Entscheidungen können auch vor dem Hintergrund der Zielgruppe getroffen werden und welche Spielelemente und Kombinationen am ansprechendsten für die jeweiligen Personen wären. Die Spielelemente sollten dabei die Lernziele unterstützen. Außerdem sollten sie ins Gesamtkonzept der ganzen Lernroute und nicht nur vereinzelt eingesetzt werden.

## 6.11 Drehbuchsoftware

Die Zeit der Schreibmaschinen und LaTeX-Umgebungen liegen zum Glück hinter uns und stellt eines der vielen düsteren Kapitel des zwanzigsten Jahrhunderts dar. Viele Office-Programme erfüllen die grundlegenden Anforderungen. Manche liegen als Desktop-Anwendung und andere für Tablets vor. Auf welches schließlich die Wahl fällt, hängt von den Vorlieben der Autor\*innen ab.

Die Grundanforderung besteht im Umgang mit allen verwendeten Medien. Text, Bilder, Audio und Videos müssen sich problemlos einfügen lassen. Dies erfüllen alle gängigen Textverarbeitungsprogramme (Microsoft Word, LibreOffice Writer). Zu beachten ist allerdings, dass die serielle Auflistung aller Elemente für eine zufriedenstellende

Umsetzung nicht ausreicht. Die Elemente sollten im Drehbuch an derselben Stelle platziert und mit denselben Elementen in Relation stehen, wie sie auch später die Smartphone-App präsentiert. Neben der Textverarbeitung steht folglich auch das Seitenlayout im Fokus, wofür das sich spezielle Programme aus der Publishing-Branche eignen (z.B. Scribus).

Sofern sämtliche Materialien schon vor der Drehbuchphase zur Verfügung stehen, wären an der Stelle alle Anforderungen erfüllt. In der Praxis überkommt den Autor\*innen aber doch der ein oder andere kreative Schaffensdrang und sie möchten eine Skizze oder Grafik anfertigen. Eine Lernroute erfordert teils dutzende kleine Piktogramme und Symbole, die sich handschriftlich oder mit Hilfe einer Hand voll Grundformen erstellen lassen. Für den Entwurf mit einem haptischen Stift eignen sich Tablet-Anwendungen für Notizen (z.B. Microsoft OneNote, Evernote). Eine große Auswahl an Grundformen und Bearbeitungswerkzeugen bieten hingegen Programme zur Erstellung von Präsentationen (Microsoft PowerPoint, LibreOffice Impress).

Bei Verwendung von anspruchsvollen Methoden wie einer dramatischen Rahmenhandlung oder Leitfiguren mit Charakterentwicklung bietet der Markt Spezialanwendungen zur Verwaltung und Verknüpfung der Inhalte an, damit im Werk die Kontinuität gewahrt bleibt. Wenn hingegen die Verwaltung der Materialien im Fokus steht, könnten Anwendungen interessanter sein, die Textverarbeitung mit einer Mediendatenbank kombinieren.

Die Drehbücher im Experimentierfeld CattleHub wurden alle mit PowerPoint entworfen. Es vereint Textverarbeitung, Layout, Erstellung von Grafiken und Diagramme sowie einfache Werkzeuge zur Bildverarbeitung und Export. Der Großteil der Anforderungen wird somit durch ein Programm erfüllt. Dies erspart die Einarbeitung in eine Vielzahl von Einzelanwendungen. Microsoft Office ist weitverbreitet und das Format ein offener Standard, wodurch es sich hervorragend zum Austausch im Team eignet. Die Kommentarfunktion stellt ein zusätzliches nützliches Feature dar. Nachteile sind die Lizenzkosten und fehlende Aufwärtskompatibilität bei Nutzung von Features, die es nur in neuen Versionen gibt.

## 6.12 Quellen für Bildmaterial

Um Medien in eine Lernroute einzusetzen, kann auf verschiedene Quellen zurückgegriffen werden. Neben selbst produziertem Bildmaterial kann auch bereits bestehendes Material verwendet werden. Dabei muss jedoch das Urheberrecht beachtet werden, da nicht jedes Bild frei für jede Zwecke verwendet werden darf. Mögliche Quellen sind:

### Mediendatenbank des eigenen Unternehmens

Ein Bewusstsein für den Wert von selbstgeschaffenen Bildwerken lag in der Vergangenheit häufig nur bei künstlerisch kreativen Berufszweigen vor. Fotografen verkauften nur Abzüge, Maler eine limitierte Anzahl von Drucken und Filmschaffende lizenzierten ihre Werke für beschränkte Zeiträume. In anderen Branchen wurden Bildwerke zweckgebunden erstellt und gerieten anschließend in Vergessenheit. Erst in jüngerer Vergangenheit entwickelt sich über alle Branchen eine Wertschätzung für eine firmeneigene Mediendatenbank, welche durch Meta-Daten wie Tags gut gepflegt, eine einfache Quelle für kostenfrei wiederverwendbares Bildmaterial darstellt. Probleme wie

Urheberangaben, Verwendungsrechte oder Lizenzkosten stellen sich hier nicht. Im Gegenteil kann die Lizenzierung von eigenem Material sogar zum Unternehmensumsatz beitragen. Bevor also selbst zum Stift oder Kamera gegriffen wird, sollte vorhandenes wiederverwendet werden.

## Gemeinfreie Bilder

Bei gemeinfreien Bildern (engl. Public Domain) verzichtet der Autor auf sein Urheberrecht zum Wohle der Allgemein, das Urheberrecht ist erloschen (z.B. Autor seit über 70 Jahren verstorben) oder eine Vergabe eines Urheberrechts ist nicht möglich (geringe Schöpfungshöhe, Werk nichtmenschlichen Ursprungs). Auf den meisten Computer verfügbar fällt darunter der Unicode-Zeichensatz, der neben Buchstaben und Zahlen auch grafische Symbole wie Emojis aufweist. Zu beachten ist dabei, dass nicht jede Schriftart (engl. Font) alle Symbole umfasst und dass manche Schriftarten urheberrechtlich geschützt sind. Ein weiteres Beispiel sind die Piktogramme im Microsoft Office Einfügen-Dialog. Bei anderen Quellen sollte sehr genau geprüft werden, ob eine Gemeinfreiheit vorliegt und die Quelle einen seriösen Eindruck macht.

## Stockfotos und Auftragsfotos

Für die Verwendung von Werken firmenfremder Künstler müssen Lizenzen erworben werden. Dabei ist zu beachten, dass die Lizenz alle vorgesehenen Verwendungszwecke abdeckt und möglichst nicht zeitlich oder in der Anzeigeanzahl beschränkt ist. Manche Künstler lizenzieren ihre Werke selbst, andere nutzen dafür Verwertungsgesellschaften (VG Bild-Kunst) oder Bilderagenturen (Stockagenturen). Sollten noch keine passenden Aufnahmen existieren und ein externer Dienstleister für die Erstellung beauftragt werden, ist mit diesem ebenfalls die Lizenzierung zu klären.

Bilder aus Onlinesuchen – wie Google Bildersuche – sind meist urheberrechtlich geschützt oder deren Urheberschaft ist ungeklärt und dürfen daher nicht ohne weiteres verwendet werden!



## Bilder generieren mit Künstlicher Intelligenz

Durch die Nutzung komplexer und rechenintensiver Algorithmen, die unter dem Oberbegriff KI fallen, lassen sich ebenfalls grafische Werke schaffen. Als Eingabe dient dabei ein Texteingabefeld (engl. Prompt, Console) in diesem ist das zu generierende Werk ähnlich zu beschreiben wie ein Fotograf\*in eine Aufnahme erschafft. Es ist eine Umgebung zu wählen, die Szenerie zu arrangieren, Lichtverhältnisse und Stimmung beschreiben, künstlerischer Stil definieren, Blickwinkel festlegen und Auslöseknopf drücken.

Die Algorithmen funktionieren bei weitem nicht perfekt. Sie verstehen nicht die physikalischen Bedingungen der realen Welt und erarbeiten keine Lösungen für Fragestellungen. Oft weisen die generierten Werke fehlerhafte Details auf. Um unerwünschte Elemente zu unterbinden, sollte die gewährten Freiheiten explizit eingeschränkt werden. Das Fordern von Beschriftungen führt in der Regel zu englischen

Wörtern oder Kauderwelsch, weil die Texteingabe zunächst in eine interne Repräsentation übersetzt wird und beim abschließenden Generieren die englische Sprache bevorzugt wird.

Die gegenwärtige Rechtslage in Deutschland gewährt keine Urheberrechte auf KI generierte Kunst. Weder der Hersteller des KI-Generierungs-Werkzeug noch der Autor der Texteingabe können eine Lizenzierung oder Urheberangabe fordern. Ersteres ist nachvollziehbar, da auch andere hochautomatisierte Programme zur Bildbearbeitung keine Urheberrechte erlangen. Bei der Texteingabe widerspricht die Rechtslage der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Bei einem Werk oder einer neuen Stilrichtung wird in erster Linie die kreative Idee des Künstlers gewürdigt, das angefertigte Objekt stellt lediglich die physische Umsetzung dar.

*Die Idee ist die Kunst, der Rest ist nur Handwerk.*

Bei der Nutzung von KI ist darauf zu achten, dass der Tool-Hersteller für das Trainingsmaterial seines Algorithmus alle Lizenzen erworben hat, ansonsten könnten die Urheber des Trainingsmaterials ihrerseits Urheberrechte an den generierten Bildern gelten machen. Bei Milliarden von Bildern dürfte ein Nachweis für einen kausalen Zusammenhang unmöglich sein. Außerdem sollte besonders darauf geachtet werden, dass die einfache Erzeugung von eindrucksvollen Werken Bilder nicht zu massenhaft dekorativen Zwecken verwendet wird, sondern einen lernförderlichen Mehrwert bietet.

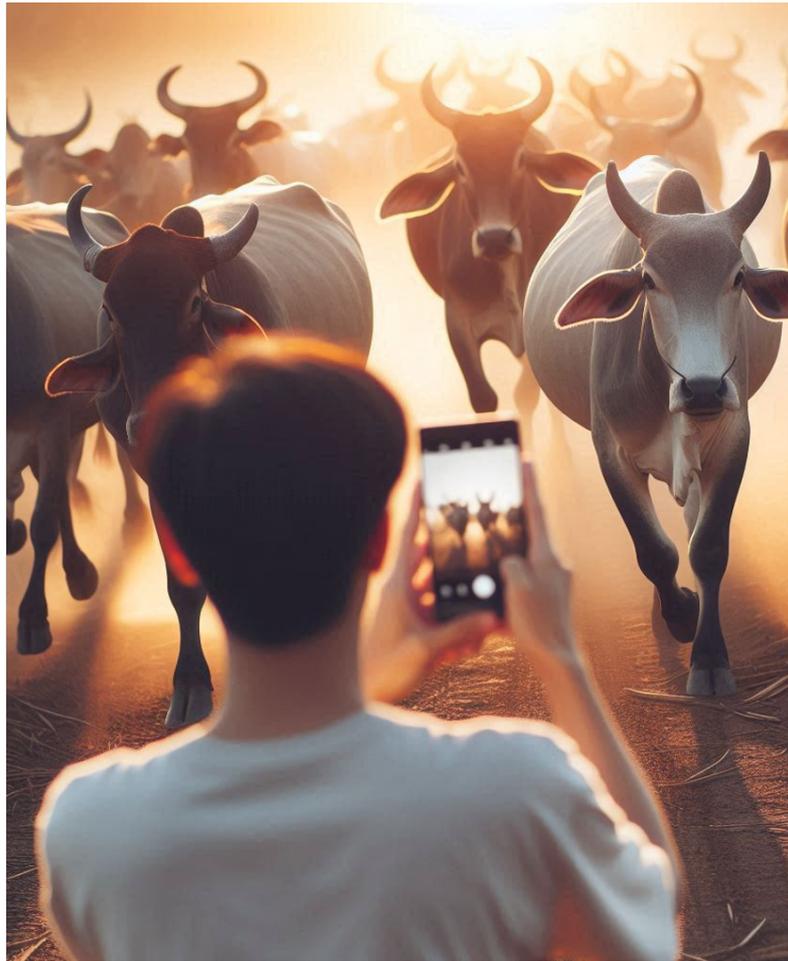
### **Eigene Aufnahmen**

Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Persönlichkeits- und Eigentumsrechte der abgebildeten Personen, Orte oder Gegenstände geklärt sind und die Erlaubnis sowie die Veröffentlichungsgenehmigung eingeholt wurde.

## **6.13 Hinweise für die Bildaufnahme**

Diese Methodensammlung kann und möchte keine vollumfängliche Schulung zur Aufnahme von gelungenen und hochwertigen Bildern bieten. Unzählige freie Webseiten und Handbücher nehmen sich dieser Aufgabe an. Es folgt lediglich eine kurze Liste an Ratschlägen, die sich während der Arbeit an Lernrouten im landwirtschaftlichen Umfeld ergaben:

- Wartung Aufnahmegerät: Akku laden, Linse reinigen, Probeaufnahme
- Für immersive Bilder die Perspektive des Lernenden beachten
- Hilfslinien, künstlichen Horizont aktivieren
- Nicht im Gegenlicht fotografieren
- eigenen Schatten und Hindernisse in Sichtlinie berücksichtigen
- Abstand zu Tieren wahren, eigene Sicherheit priorisieren
- Digitalzoom vermeiden; die meisten Smartphones besitzen mehrere Linsen mit festem optischem Zoom, diesen bei Bedarf aktivieren
- Für Videos Bildstabilisator oder Stativ verwenden



Bei der Arbeit an den Lernrouten wurden auch viele 360° Panorama-Aufnahmen erstellt. Die besten Bilder liefern Spezialkameras, die mit wenigen Linsen in alle Richtungen zur gleichen Zeit Aufnahmen erstellen und zusammenfügen. Diese Hardware stand im Experimentierfeld nicht kurzfristig zur Verfügung, weshalb auf Softwarelösungen für Smartphones zurückgegriffen wurde. Dabei nimmt das Smartphone eine hohe Anzahl an Einzelaufnahmen auf. Dabei wird das Gerät in alle Richtungen bewegt, nicht nur rundherum, sondern auch über Kopf und auf den Fußboden gerichtet. Eine App fügt die Einzelbilder anschließend zusammen (engl. Stitching). Durch Änderungen der Umgebung, der Lichtverhältnisse und geringfügige Abweichungen der Startposition, schleichen sich Abbildungsfehler ein. Genutzt wurden:

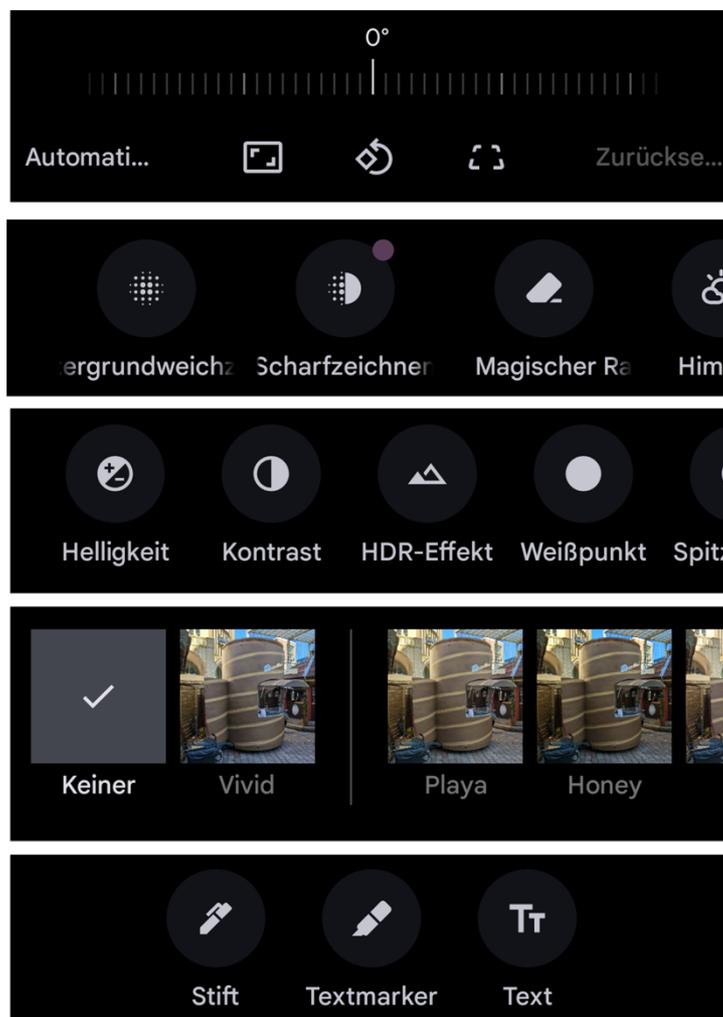
- Android: die Kamera App der Google Pixel 6 und 7 Geräte aller Ausführungen (a, normal, Pro) besitzen einen eingebauten Modus; bei Nachfolgemodellen wurde dieser entfernt
- iOS: App Teleport 360° Camera von HDReye

Für Desktop-Umgebungen (Windows, macOS) existieren ebenfalls Stitching-Anwendungen, die im Experimentierfeld nicht zur Anwendung kamen. Generell kann gesagt werden, dass viele Anwendungen nur kurze Zeit unterstützt werden. Eventuell lohnt sich die Entwicklung finanziell nicht oder die Anpassung an neuere Kameramodelle ist zu aufwendig. Wer diesen Weg beschreitet, sollte sich stets auf den aktuellen Stand halten und die App-Stores beobachten.

## 6.14 Medien bearbeiten und archivieren

Wie bei der Bildaufnahme gilt für die Bildbearbeitung, dass dazu umfangreiches externes Material zur autodidaktischen Weiterbildung vorliegt. Die Bedienung von professioneller Bildbearbeitungsprogrammen ist zudem sehr individuell und erfordert eine lange Einarbeitungszeit.

Generell die wichtigste Bearbeitungsfunktion ist die Löschfunktion. Die scheinbar endlos großen Datenspeicher digitaler Aufnahmegeräte kombiniert mit einem sofortigen Zugriff auf die Kamerafunktion führen zu hemmungslosen Aufnahmeverhalten im Vergleich zu Filmaufnahmen analoger Kameras. Aus dem Berg weitgehend identischer Motive gilt es die gelungensten Schnappschüsse auszuwählen und den Rest dauerhaft zu beseitigen. Dies vermeidet die Synchronisierung und Archivierung von Aufnahmen, die niemals einer Bearbeitung oder Verwendung zugeführt werden.



Für die Erstbearbeitung von Aufnahmen stellen die gängigen Foto-Apps der verschiedenen Plattformen (z.B. Google Fotos) umfangreiche Funktionen zur Verfügung. Zuschneiden, Drehen, Ver-/Entzerren, Farbabgleich, Kontrast, Effekte oder nahtloses Entfernen oder Hinzufügen von Elementen. Für Audio- und Video-Bearbeitung gibt es zudem Funktionen zum Schneiden oder Änderung der Abspielgeschwindigkeit. Eine Weiterbearbeitung kann anschließend auf dem Computer mit professionellen Programmen erfolgen.

Die Übertragung erfolgt in der Regel über Cloud-Speicher (z.B. OneDrive, Google Drive, iCloud), über E-Mail oder drahtlose bzw. drahtgebundene Verbindungen (Bluetooth, USB). Die Archivierung in der Mediendatenbank sollte neben dem Endergebnis auch für die Originaldatei und wichtige Zwischenergebnisse erfolgen. Durch zusätzliche Meta-Informationen lassen sich Medien später leichter finden. Die Originaldateien werden für gewöhnlich schon durch die Aufnahmegерäte um **Metadaten** (bei Bildern Exif und IPTC, bei Audio ID3) wie das verwendete Kamera-Modell oder den Standort ergänzt und durch die Datenbank genutzt. Durch Bearbeitungsvorgänge könnten diese Zusatzinformationen allerdings verloren gehen, wenn das Lesen und Speichern von den Bearbeitungsprogrammen nicht unterstützt wird.

## 6.15 Review: Drehbuchabnahme

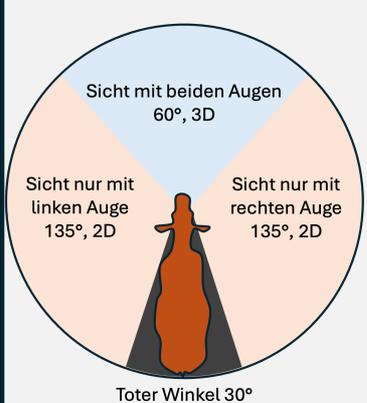
Während der Bearbeitung und zum Abschluss des Drehbuches sollte wenigstens in weiteres paar Augen die **fachliche Korrektheit** und das **Erreichen der Lernziele** überprüfen. Weiteres Augenmerk ist zu legen auf:

- Abkürzungen und Fachbegriffe sind sinnvoll und werden erklärt
- Kernbegriffe sind fett oder farblich hervorgehoben
- Rechtschreibung
- Muss bei Bildern nachgebessert werden?
- Ist die Bedienung intuitiv?
- Tests sind vollständig inklusive Feedback definiert

Bei Mängeln muss nachgebessert werden. Jeder Fehler der nicht hier, sondern erst später entdeckt wird, verursacht ein Vielfaches an Kosten zur Korrektur in der Implementierung. Inhaltliche Änderungen nach der Drehbuchphase müssen in das Drehbuch zurück fließen, um die Konsistenz zu wahren.

## 6.16 Beispiele für Drehbuchseiten

### Sinneswahrnehmung Rind: Sehen

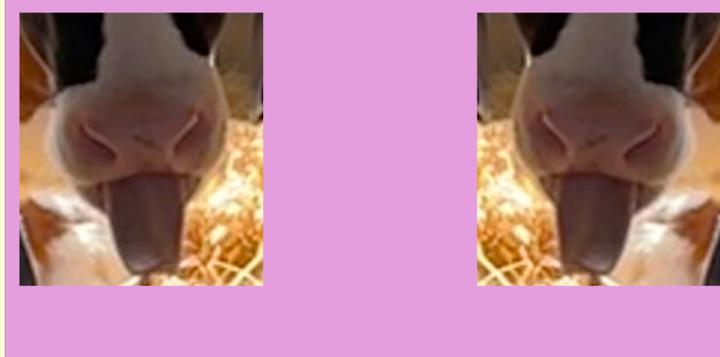


- Großes Sichtfeld, 60° nach vorne, 135° zu jeder Seite, insgesamt 330°
- Nicht besonders scharf (30% Sehschärfe vom Mensch), kurzsichtig (circa 1,5m scharfes Sehen)
- Sehschärfe sinkt mit abnehmender Beleuchtung, bei Dunkelheit aber bessere Restlichtwahrnehmung als Mensch
- langsame Anpassung der Pupillen an Helligkeitsänderungen
- Gute Bewegungserkennung, 20mal höher als bei Mensch → was für den Menschen nach einer ruhigen Bewegung aussieht nimmt das Rind als hektisch war

Im ersten Beispiel wurde die Multimediaseite detailliert entworfen und kann so direkt umgesetzt werden.

## Sinneswahrnehmung Rind: Riechen und Schmecken

- Ein Rind schmeckt: süß, salzig, bitter, sauer
- Die Zunge dient zum: Tasten, Schmecken, Greifen, Pflege, Laute



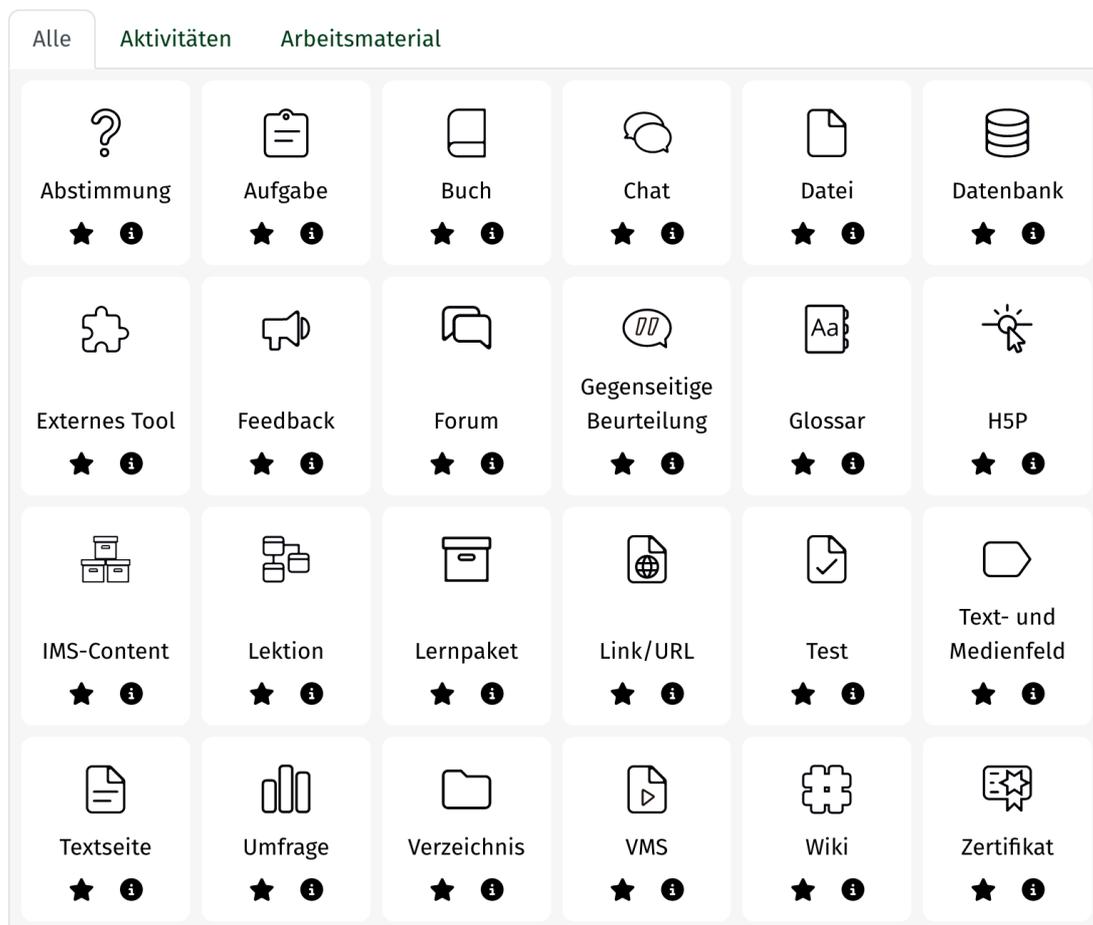
Das zweite Beispiel beschreibt nur rudimentär eine interaktive Übung. Der Detailgrad ist unzureichend, um die gewünschte Umsetzung nachvollziehen zu können. Weder Bedienung noch Feedback geht hervor.

# 7 Technische Umsetzung der Lerninhalte

## 7.1 Inhaltstypen vom LMS

Learning Management Systeme sind Webanwendungen, folglich müssen auch die Lerninhalte auf Webtechnologie basieren. Webtechnologien umfassen nutzerseitig die drei Technologien HTML, CSS und JavaScript. Diese erfüllen unterschiedliche Aufgaben:

- **HTML:** ist eine Auszeichnungssprache (engl. Markup Language). Sie bindet die Inhalte (Text, Medien) ein und verleiht ihnen eine Struktur mit semantischer Bedeutung.
- **CSS:** ist eine Formatierungssprache. Entspricht der Formatierung und Formatvorlagen in Textverarbeitungen. Sorgt für die Darstellung und Platzierung der Elemente.
- **JavaScript:** ist eine Programmiersprache. Wertet Aktionen der Nutzer aus, reagiert mit Änderung der dargestellten Inhalte oder Kommunikation mit dem LMS. Verantwortlich für die nutzerseitig wahrgenommene Dynamik und Interaktivität.



Das LMS Moodle bringt von Haus aus eine umfangreiche Auswahl an Inhaltstypen mit, von denen aber viele nur für spezielle Einsatzzwecke geeignet sind. Näher betrachtet wurden die „Textseite“ und „Test“. Mit der „Textseite“ können Lerninhalte in einem grafischen HTML-Editor weitgehend ohne HTML-Kenntnisse in eine fortlaufende Webseite umgesetzt werden. Neben Text können auch Medien dargestellt werden. Die beschränkten Layout-Fähigkeiten erfordern viele Kompromisse, eine Interaktivität ist

nicht gegeben. Die Eingabe ist zeitintensiv und muss für jedes LMS individuell vorgenommen werden. Die Übertragung auf ein anderes serverseitige Zielsystem gestaltet sich schwierig.

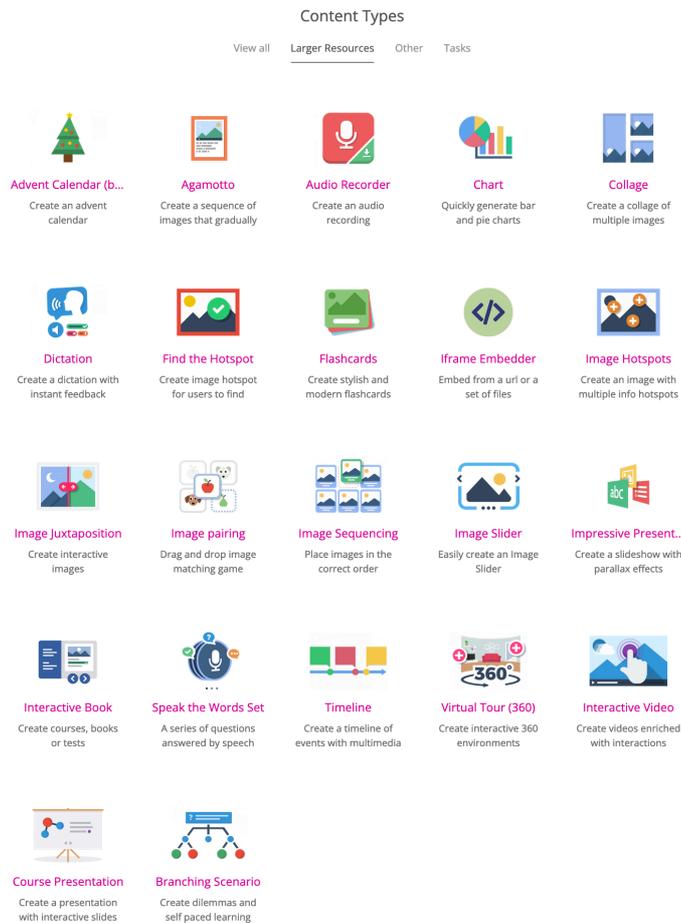
Der Inhaltstyp „Test“ bietet die Erstellung von Leistungstest mit umfangreichen Konfigurationsmöglichkeiten der verwendeten Fragetypen, der Punktevergabe, des Feedbacks und der Auswertung. Auch diese Einstellungen sind bei jedem System einzeln vorzunehmen. Da die Bewertung der Lernenden eine grundlegende Funktionalität von LMS ist, kommt man an der Nutzung dieses Inhaltstyps nur schwer vorbei.

Schlussendlich wurde entschieden, für die Umsetzung der Lerninhalte, mit Ausnahme der Leistungstests, auf eine plattformunabhängige Implementierung zu setzen. Dazu bietet Moodle von Haus aus die Unterstützung verschiedener Formate, von denen „H5P“ das modernste und vielfältigste Gesamtpaket bietet. H5P ist ein offenes Container Format und bündelt alle notwendigen Webinhalte (Text, Medien, Formatierung, Runtime) in einer Datei. Es wurde in den 2010er Jahren in einem öffentlich geförderten Projekt in Norwegen entwickelt. Für die Erstellung steht die kostenlose Desktop-Anwendung Lumi zur Verfügung, außerdem existieren webbasierte Editoren z.B. für das Content Management System Wordpress. Neben Moodle unterstützen weitere LMS das H5P Format z.B. ILIAS.

<https://lumi.education/de/lumi-h5p-desktop-editor/>

Über einen Plugin-Mechanismus lassen sich LMS um weitere Inhaltstypen erweitern. Auf Grund der begrenzten Projektzeit und finanziellen Mittel konnte keine umfassende Marktanalyse und Erprobung von LMS AR-Plugins durchgeführt werden, weshalb sich die weiteren Ausführungen auf existierender H5P Inhaltstypen für den Einsatz in AR-Lernrouten beschränken.

## 7.2 Inhaltstypen von H5P



Damit die Lernroute nicht nur passive Inhalte vermittelt, sondern die Lernenden aktiv am Lernprozess teilnehmen, können interaktive Lerninhalte eingebaut werden. Dies beinhaltet beispielsweise Elemente wie Übungen, Tests und Gamification. Bilder und Videos können so erweitert werden, dass mit ihnen auf dem Touchscreen interagiert werden kann. Als Ausgangspunkt zum Erstellen solcher Inhalte existieren viele verschiedene Vorlagen von Inhaltstypen im Format H5P. Allein die Webseite vom H5P Projekt (<https://h5p.org/content-types-and-applications>) listet 54 Inhaltstypen auf. Da H5P ein offenes Format ist, haben viele unabhängige Programmierer zusätzlich eigene Inhaltstypen entworfen. Mit ausreichend Zeit und Ressourcen ließen sich potenziell auch eigene spezielle Inhaltstypen für AR-Lernrouten programmieren. Bei der Untersuchung der offiziellen Auswahl zeigten sich die folgenden Inhaltstypen als besonders vielversprechend.

### Course Presentation

<https://h5p.org/presentation>

<https://h5p.org/tutorial-course-presentation>

Die Course Presentation stellt die eierlegende Wollmilchsau (lat. *Sus scrofa ovipara lanigera lactant*) unter den H5P Inhaltstypen dar. Am ehesten ist sie mit einer PowerPoint Präsentation zu vergleichen. Text und Medien können auf einer Arbeitsfläche im Querformat exakt positioniert werden. Weitere Slides sind über Pfeil-Buttons oder Wischgesten erreichbar. Darüber hinaus stehen verschiedene interaktive Elemente für

spielerische Quizze und alternative Navigation zur Verfügung. Am Ende kann eine Zusammenfassung aller Testergebnisse angezeigt werden.

The screenshot displays the Lumi Editor interface. At the top, there are two buttons: 'VORSCHAU' (Preview) and 'BEARBEITEN' (Edit). Below this is a header area with the text 'HSP hub Interaktive Präsentation (Course Presentation)' and a dropdown arrow. Underneath, there are two tabs: 'Tutorial' and 'Beispiel', along with two buttons: 'Kopieren' (Copy) and 'Einfügen & Ersetzen' (Paste & Replace). The main content area is titled 'Einführung' (Introduction). It features a 'Titel \*' (Title) field with a 'Metadaten' (Metadata) button and a note: 'Wird für die Suche, Berichte und Urheberrechtsinformationen benutzt' (Used for search, reports, and copyright information). Below this is a text input field containing 'Einführung'. A toolbar with various icons for text, images, audio, and other elements is visible. The main slide content is titled 'Wissensvermittlung durch Kurzquiz' (Knowledge transfer through short quiz). The text on the slide reads: 'Manches Wissen müssen sich die [ ] erst interaktiv erarbeiten. Falsche von richtigen Antworten trennen, Objekte richtig zuordnen, [ ] füllen. Die Bedienung erfolgt entweder durch Antippen, [ ] oder Texteingabe.' Below this, it says: 'Am Ende der meisten Lernstationen erfolgt ein Quiz zur [ ] des erworbenen Wissens. Ein Quiz kann [ ] wiederholt werden.' To the right of the text are several buttons: 'Lernenden', 'nicht', 'beliebig oft', 'Selbstkontrolle', 'Drag-And-Drop', and 'Lückentext'. At the bottom of the slide, there is a blue button labeled 'Überprüfen' (Check). The bottom of the editor shows a navigation bar with a progress indicator '5 / 5' and several icons for navigation and editing.

Im Lumi Editor stehen intuitive Werkzeuge zum Einfügen und Platzieren der Elemente zur Verfügung. Lumi bieten keine Werkzeuge zur Bildbearbeitung oder Erstellung komplexer Grafiken, dies sollte in der Drehbuchphase mit passenden Anwendungen geschehen. Über eine Vorschaufunktion können die interaktiven Elemente ausprobiert werden, bevor die Lerninhalte veröffentlicht werden. Vor allem ist auf die Dateigröße der eingefügten Elemente zu achten. Die Zielgeräte holen sich die Lerninhalte über eine Funkverbindung mit eingeschränkter Bandbreite. Ein Megabyte Daten hat etwa eine Sekunde Wartezeit zur Folge. Bilder und Videos sollten möglichst auf die maximal zu erwartende Anzeigegröße reduziert werden, üblicherweise genügt eine Breite und Höhe von unter 1000 Pixeln.

Nachteile dieses Inhaltstyps sind das fehlende Hochformat und die starre lineare Navigation. Durch Links kann zwar auf beliebige Slides gesprungen werden, doch kann der Lernende diesen Mechanismus leicht umgehen, was die angedachte Lernstrategie aushebelt.

## Virtual Tour (360)

<https://h5p.org/virtual-tour-360>

Auf der Virtual Tour kann der Lernende zwischen verschiedenen Szenen hin und her springen. Die Szenen können einfache 2D Aufnahmen oder 360° Panoramas sein, in denen durch Zoom- und Wischbewegungen die Blickrichtung geändert werden kann. Über aktive Punkte lassen sich zusätzliche textuelle und bildliche Erklärungen einblenden. Außerdem existiert die Möglichkeit für Single-Choice-Tests.



The screenshot displays the user interface for a 360-degree virtual tour. At the top, the title "Virtuelle Tour (360°) (Virtual Tour)" is shown. Below it, a "Titel" field with a red asterisk and a "Metadaten" button is present. A note states "Wird für die Suche, Berichte und Urheberrechtsinformationen benutzt". The main title field contains the text "Büro360". A toolbar with icons for navigation, text, image, audio, video, and lists is located above the main view. The main view shows a 360-degree camera view of a glass door. Two interactive points are overlaid on the door: a blue circle with a plus sign labeled "Einleitung" and a black circle with a white arrow labeled "Büro". Below the view, a status bar shows "Aktuelle Szene: Büroeingang" with a small image icon and an upward arrow. At the bottom left, there is a blue button labeled "+ Neue Szene".

Die Darstellung passt sich automatisch an Hoch- und Querformat auf der Zielplattform an, ebenso ist ein Vollbildmodus zugänglich. Auch dieser Inhaltstyp bieten keine Bearbeitungsmöglichkeiten der eingebundenen Medien. Bei 360° Aufnahmen ist zu beachten, dass diese sehr groß Ausfallen und kaum Möglichkeiten für eine Reduzierung der Auflösung bestehen, da sonst der wahrgenommene Bildeindruck massiv leidet.

Der Inhaltstyp eignet sich gut, um die Umgebung vor Ort in einer digitalen Kopie abzulegen und zu erweitern. Indem der Lernende die interaktiven Elemente in der Kopie aufsucht, kann er einen Bezug zur Realität herstellen und entwickelt ein besseres Verständnis für Details. Nachteilig ist die starke Sogwirkung von 360° Inhalten. Der Lernende konzentriert sich gegebenenfalls nur auf den Bildschirm, ohne sich davon lösen zu können. Bei der Gestaltung der Inhalte muss darauf geachtet und dem Lernenden stets eine Handreichung zurück in den realen Raum gegeben werden. Eine weitere Herausforderung stellt die Gestaltung eines passenden Abschlusses dieses Lerninhaltes dar. Da die Szenen miteinander verknüpft sind, könnte sich der Lernende ziellos im Kreis bewegen. Ein möglicher Abschluss wäre ein Quiz oder die Anzeige eines Textelements mit dem Hinweis über die Zurück-Buttons des Zielgerätes zurück ins Auswahlmenüs des Kurses zu gelangen.

## AR Scavenger

<https://h5p.org/content-types/ar-scavenger>

Mit Hilfe dieses Inhaltstyp können die Lernenden am Ende vorgefertigte Marker mit der Smartphone Kamera scannen. Die Marker können mit Lerninhalten wie Text, Audio, Quiz-Fragen oder 3D-Animationen verknüpft werden, die nach dem Scannen angezeigt werden. Als Marker kommen einfache Symbole mit hohem Kontrast in Frage. Dies können z.B. geometrische Formen, Verkehrsschilder oder kurze Wörter sein. Die Marker müssen vor Ort angebracht werden.

Die Funktionalität dieses Lerninhaltes ist in gewissen Maßen redundant zur AR-Lernrouten Technologie. Da schon über Positionsdaten ein Ortsbezug hergestellt wird, eignen sich zusätzliche Marker nur für Zusatzinhalte, die auf engstem Raum innerhalb einer Lernstation liegen und sich nicht auf andere Weise in die Lerninhalte einbringen lassen. Die notwendige Anbringung von Markern steht dem Ziel entgegen, keine baulichen Veränderungen vorzunehmen. Versuche eigene Lerninhalte dieses Typs mit Lumi zu erstellen, scheiterten allesamt an notwendige Rechte zur Nutzung der Kamera auf dem Arbeitsrechner und dem Zielgerät. Vermutlich liegt eine Inkompatibilität zu modernen Betriebssystemen vor.

## Weitere Inhaltstypen

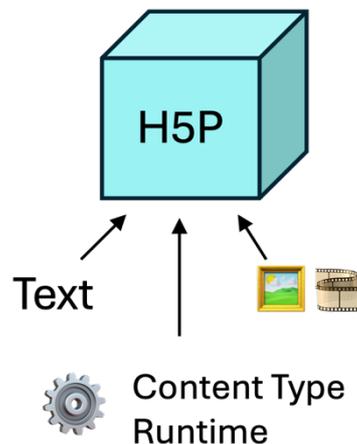
Ebenfalls genauer untersucht und beispielhaft ausprobiert wurden:

- **Interactive Video** (<https://h5p.org/interactive-video>): Anreichern eines Videos um Zusatzinformationen und kurzen Quizzen
- **Image Hotspots** (<https://h5p.org/image-hotspots>): vereinfachte Variante der Virtual Tour, in der nur interaktive Zusatzinformationen zu einem einzelnen Bild hinzugefügt werden können
- **Branching Scenario** (<https://h5p.org/branching-scenario>): Anbieten von Entscheidungsalternativen, die den Lernenden auf einen selbst gewählten Pfad durch die Lerninhalte schicken. Komplexe Umsetzung und potenziell exponentielle Steigerung der Anzahl paralleler Lernpfade, die alle vom Autoren bedient werden müssen.

## 7.3 Überprüfung von Funktion und Darstellung

Über die Vorschau-Funktion des Lumi-Editors können Autoren schon während der Umsetzung einen ersten Eindruck von den Lerninhalten bekommen. Da auf den Zielplattformen aber andere Engines zur Verarbeitung und Darstellung von Inhalten auf Basis von Webtechnologien laufen, kann sich dort Funktion und Darstellung deutlich unterscheiden. Vor Abschluss der technischen Umsetzung ist deshalb eine gründliche Überprüfung aller Inhalte und interaktiven Elemente auf den Zielplattformen notwendig.

Dies kann über das Hochladen der Lerninhalte in das LMS und das Einrichten eines Tests-Users erfolgen. Alternativ bietet Lumi einen Export (Datei-Menü → Exportieren) als All-In-One-HTML-Datei. Diese Datei kann in einen beliebigen Webservice hochgeladen werden und anschließend ruft das Zielgerät die URL dahin auf. Die exportierte Datei verhält sich identisch zu einem H5P-Inhalt in einem LMS, da H5P alle notwendigen Komponenten in einem Container kapselt und folglich alles mitbringt, was zur Anzeige benötigt wird. Dadurch fallen H5P-Inhalte allerdings häufig etwas größer aus als erwartet, weil die mitgelieferte Runtime eine unvermeidbare Grundgröße bedingt.



Folgende Checkliste sollte bei der Überprüfung befolgt werden:

- Alle Elemente werden korrekt angezeigt. Keine unerwünschten Verzerrungen bei Bildern. Steuerung der Videos funktioniert. Text wird vollständig und lesbar angezeigt.
- Alle Links funktionieren
- Bei Entscheidungen für verschiedene Wege werden alle Wege bedient
- Interaktive Aufgaben funktionieren korrekt, korrekte und falsche Antworten werden korrekt bewertet, das Feedback ist hilfreich.
- Die Lerninhalte weisen keine unerwarteten oder störenden Scrollbalken auf.
- Die Navigation durch die Inhalte ist intuitiv nachvollziehbar

## 8 Implementierung im LMS

---

### 8.1 Learning Management System Moodle

Während für Autoren die Lernziele im Mittelpunkt stehen und für Lernende das Lernerlebnis mit der App und den Lerninhalten, bildet für Lehrkräfte und Schulverwaltung das Learning Management System das Zentrum der AR-Lernrouten. Kernaufgaben eines LMS sind:

- Nutzerverwaltung, Rollenverwaltung
- Verwaltung Routen, Kurse mit Ortsinformationen, Einschreibung der Lernenden
- Hochladen von Lerninhalten oder Erstellen mit grafischer Content-Editor
- Speicherung der Lernfortschritte und Lernerfolge

Ein LMS ist also eine Plattform, in der alle Einzelteile der Lernroute gesammelt, organisiert, verwaltet und verbunden werden. Nachdem ein Jahrgang eine Lernroute absolviert hat, erfolgt anhand der Daten im LMS eine Evaluation des Lernerfolges. In Relation zu früheren Jahrgängen zeigt sich ein zunehmender oder sinkender Lernerfolg, der zum Beispiel auf Anpassungen in den Lerninhalten oder Änderungen beim Lernverhalten der Lernenden zurückgeführt werden kann.

Die AR-Lernrouten setzen vor allem auf eingebaute Standardfunktionen vom LMS Moodle. Die zusätzliche Abstraktionsschicht „Lernroute“ fasst mehrere Kurse in einer Übersicht zusammen und ergänzt sie um maschinenlesbare Metadaten wie der Position. Diese Abstraktionsschicht realisiert ein Plugin, welche die Applikationsschnittstelle (API) für serverseitige Erweiterungen von Moodle nutzt. Andere LMS besitzen ebenfalls einen Plugin-Mechanismus. Da sich aber deren API unterscheidet, ist für jedes LMS ein eigenes programmiertes Plugin nötig.

Für den clientseitigen Zugriff auf LMS-Funktionen und Inhalte von anderen Webseiten aus oder für die Nutzung von **Mobilen Lernen** existiert eine Web-API. Auf den Zielplattformen wird sie von der myLMS App verwendet, um Lernende anzumelden, Lerninhalte zu laden und Lernfortschritte hochzuladen. Auch die Web-API unterscheidet sich zwischen verschiedenen LMS, weshalb die myLMS App nur mit Moodle Installationen mit dem Lernrouten-Plugin funktioniert.

Dennoch sei hier ein kleiner Blick über den Tellerrand gewährt werden. Der Markt für LMS ist riesengroß und konzentriert sich nicht nur auf die Schul- und Berufsausbildung, sondern betrifft den gesamten Arbeitsmarkt und teilweise sogar die Seniorenweiterbildung. **Lebenslanges Lernen** ist eine Grundvoraussetzung, um mit gesellschaftlichen und technischen Entwicklungen mitzuhalten. Wer sich dem verschließt, wird zurückgelassen. Auf der Welt leben über 8 Milliarden Menschen, das sind 8 Milliarden Lernende. Entsprechend groß ist auch die Vielfalt an unterschiedlichen LMS. Moodle ist eines der größten und weist folgende Eigenschaften auf:

- Kostenlos, Open Source
- Umfangreiche Grundfunktionen, Modular, einfach erweiterbar
- Gut dokumentiert, große Community, viele Anbieter mit kommerziellen Support
- Einfache Installation, Anforderungen werden von vielen Standard-Hosting-Paketen abgedeckt

In Deutschland ebenfalls relevant ist das LMS ILIAS. Im Vergleich zu Moodle unterscheidet es sich vor allem durch die komplexere Installation, die höheren technischen Anforderungen und die schlechtere Dokumentation. Neben diesen beiden existieren noch viele weitere kostenlose und kommerzielle Systeme.

Beim Einsatz von einem LMS stellt sich die Frage, ob man es selbst hosten möchte (Installation auf einem gemieteten oder firmeneigenen Server) oder die Verwaltung einem externen Dienstleister überlässt. Im Falle der Selbstverwaltung trägt man auch die Verantwortung für die Sicherheit der Systeme vor unberechtigtem Zugriff (Hacken), für das zuverlässige Funktionieren bei Strom- oder Hardwareausfall sowie für die Installation und Pflege mit Sicherheitsupdates. Wenn die eigene IT-Abteilung noch freie Spitzen hat, bieten sich das an, in anderen Fällen kann ein externer Dienstleister (SaaS - Software as a Service) die bessere Wahl darstellen. Für die Nutzung und Bezahlung existieren verschiedene Varianten:

- **Kostenlos:** der Dienst finanziert sich z.B. durch Werbung oder öffentliche Zuwendungen wie Spenden
- **Freemium:** Die grundlegenden Funktionen sind kostenlos, weitere Funktionen müssen bezahlt werden
- **Abonnements:** Der Dienst wird für einen begrenzten Zeitraum z.B. ein Monat oder ein Jahr gekauft und kann anschließend verlängert oder gekündigt werden. Die Kosten sind unabhängig von der Nutzung, allerdings beschränken die gemieteten Ressourcen die Anzahl gleichzeitiger Nutzer real ein. Eine höhere Nutzeranzahl verlangsamt die Reaktionszeit ins Unerträgliche.
- **Bezahlung nach Verwendung:** Bezahlung pro registrierten Nutzer, pro erstellten Kurs oder tatsächlicher aktiver Nutzung

Gleich wie die Wahl ausfällt, das Recht auf **Datenschutz** der Lernenden und Lehrkräfte sollte stets an oberster Stelle stehen. Die Nutzer sind über ihre Rechte zu informieren und auf Wunsch die Daten zu löschen, soweit dies unter Berücksichtigung von gesetzlichen Regelungen zur Speicherung von Prüfungsergebnissen und Lernfortschritten möglich ist. Bei Nutzung eines externen Anbieters ist unbedingt ein Vertrag zur Auftragsverarbeitung abzuschließen und die Nutzer darüber zu informieren.

## 8.2 Erstellen einer Lernroute

Zum Erstellen einer Lernroute muss auf den Moodle-Server über einen Webbrowser auf dem Desktop-Computer zugegriffen werden. Die meisten Schritte sind im Backend (Website-Administration) zu erledigen, nur das Hochladen der Lerninhalte erfolgt über die normale Nutzeroberfläche (Frontend).

- Anlegen einer Lernroute: Allgemein → LMS-App → Lernroutendesigner; am unteren Ende stehen existierende Lernrouten
- Anlegen von Nutzern: Nutzer/innen → Nutzerkonten → Nutzer/in anlegen
- Kurse anlegen: Kurse → Neuen Kurs anlegen
- Lerninhalte hochladen, Leistungstests erstellen
- Lernende in Kurse einschreiben: Kurse → Kurse verwalten → Kurs auswählen → (unten) Eingeschriebene Nutzer/innen
- Lernstation auf Lernroute anlegen (durch Doppelklick) und mit Kursen verbinden

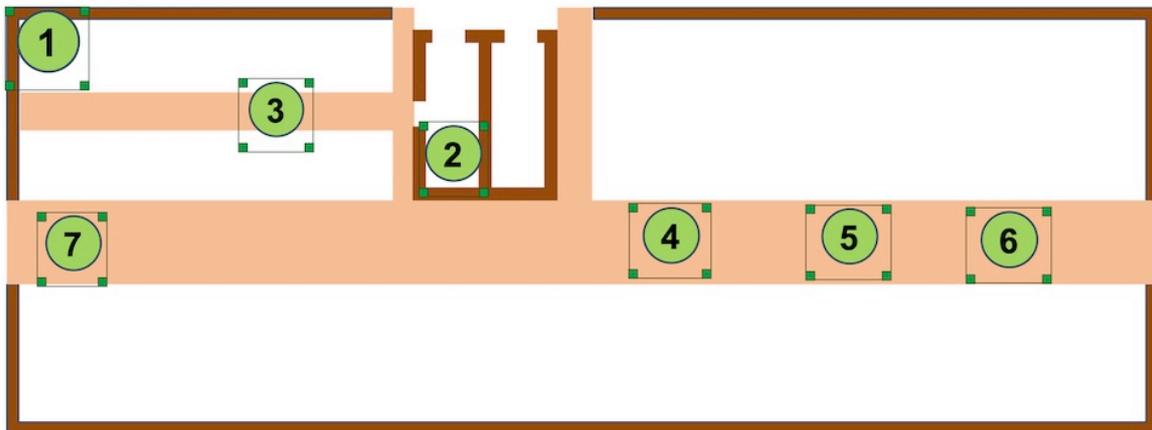
- Definition von Gamification Elementen entweder global unter Allgemein → Badges oder lokal in der Kurs-Administration
- Konfiguration der Abhängigkeiten der Kurse untereinander
- Test aller Einstellungen

Für Moodle steht eine Vielzahl von Tutorials und Schulungsvideos im Internet zur Verfügung, weshalb hier nur ein paar Screenshots und kurze Erklärungen folgen.

Im Lernroutendesigner muss eine Karte des Gebietes der Lernroute abgelegt werden. Die Lernstationen benötigen später ebenfalls kleine Symbole.

Startseite > Website-Administration > LMS-App > Lernroutendesigner

## Kälbertransport



### ▼ Lernroute bearbeiten

Name der Lernroute !

Beschreibung der Route

Hintergrundbild ! Maximale Größe für Dateien: 1 GB, maximale Anzahl von Anhängen: 1

↓

■ Dateien



Stall.png

Akzeptierte Dateitypen:

Bilddatei (JPEG) .jpg  
Bilddatei (PNG) .png

Farben invertieren ?

Lernroute aktivieren ?

Lernrouten Tags hinzufügen

▼

Änderungen speichern Abbrechen

Für Benutzer gibt es Pflichteingabefelder wie der Anmeldename, Passwort, E-Mail-Adresse, Vor- und Nachname. Die Rollenzuweisung verleiht Rechte, um Kurse anlegen oder Lernende einschreiben zu können.

## ▼ Allgemein

Anmeldename	<input type="text"/>
Authentifizierung	<input type="text" value="Manuelle Konten"/>
	<input type="checkbox"/> Gesperrtes Nutzerkonto
	<input type="checkbox"/> Kennwort erzeugen und Nutzer/in benachrichtigen
	Kennwortregeln: mindestens 8 Zeichen, 1 Ziffer(n), 1 Kleinbuchstabe(n),
Neues Kennwort	<input type="text" value="Anklicken zur Texteingabe"/>
	<input type="checkbox"/> Kennwortänderung fordern
Vorname	<input type="text"/>
Nachname	<input type="text"/>
E-Mail-Adresse	<input type="text"/>

Pro Lernstation muss mindestens ein Kurs angelegt werden. Ein Kurs kann sich nicht über mehrere Lernstationen erstrecken und sollte vor dem Weitergehen abgeschlossen werden.

## Kursbereiche und Kurse bearbeiten

### Kursbereiche

<input type="radio"/>	Lernrouten-Kurse	<input type="checkbox"/>	↓	<input type="checkbox"/>	20
<input type="radio"/>	msorgamanager_tenant_basecategory	<input type="checkbox"/>	↑	<input type="checkbox"/>	0

Wird neu geordnet ...

Ausgewählte Kursbereiche

Sortierung nach Name des Kursbereichs aufsteigend

Sortierung nach Vollständiger Kursname aufsteigend

### Lernrouten-Kurse

<input type="checkbox"/>	Kälbertransport: Test zum Abschluss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	↓
<input type="checkbox"/>	Kälbertransport: Verladung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	↑ ↓
<input type="checkbox"/>	Kälbertransport: Fahrzeug	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	↑ ↓
<input type="checkbox"/>	Kälbertransport: Gruppeniglus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	↑ ↓
<input type="checkbox"/>	Kälbertransport: Kälbertränke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	↑ ↓

Kurse können in beliebig viele Abschnitte unterteilt werden, die wiederum beliebig viele Lerninhalte aufweisen. Die Abschnitte dienen hauptsächlich der Lehrkraft zur Strukturierung der Inhalte und besitzen für die Lernroute keine Relevanz. Um Inhalte hinzuzufügen oder zu löschen, muss der „Bearbeiten“ Modus (oben rechts) aktiviert werden. H5P Inhalte gelangen dann einfach per Drag-und-Drop in den Kurs. Andere Inhaltstypen bringen umfangreiche Eingabeoberflächen mit. So ist das Anlegen und Konfigurieren von Leistungstests eine Fachdisziplin für sich. Über das Zahnrad erreicht man weitere Kurs-Einstellungen wie z.B. das Zurücksetzen der gespeicherten Testergebnisse vor Beginn eines neuen Schuljahres. Über „Mehr“ öffnet sich die Kurs-Administration mit Optionen für Gamification.

Kurse suchen **Start** [↔] ⚙️ Bearbeiten

Startseite > Verladung

### Kälbertransport: Verladung

**Abschnitt 1**

📍 Sinneswahrnehmung Rind

**Abschnitt 2**

📍 Treibgang

**Abschnitt 3**

Praktische Übung Treibgang

**Abschnitt 4**

- ⚙️ Bearbeiten einschalten
- ⚙️ Einstellungen
- ⚙️ Kursabschluss
- ▼ Filter
- ⚙️ Setup für Bewertungen
- ↑ Import
- 🔒 Sicherung
- ↑ Wiederherstellen
- 📄 Kurs duplizieren
- ← Zurücksetzen
- ⚙️ Metadaten
- ⚙️ Mehr ...

Zurück in der Kursübersicht erscheint nach Auswahl eines Kurses ganz unten auf der Seite ein Button um Nutzer/innen einzuschreiben. Die Oberfläche erlaubt das Filtern der Nutzer und einfache Auswählen.

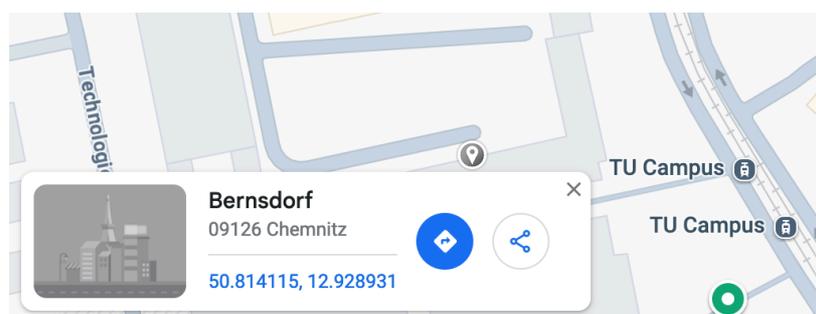
### Kälbertransport: Verladung

Anzeigen
Bearbeiten
Eingeschriebene Nutzer/innen
Löschen
Verbergen
Sicherung
Wiederherstellen

Vollständiger Name	Kälbertransport: Verladung
Kurzbezeichnung	Verladung
ID-Nummer	
Kursbereich	Lernrouten-Kurse
Gruppierungen	0
Gruppen	0
Rollenzuweisungen	Trainer/in: 1 Teilnehmer/in: 4

Zurück im Lernroutendesigner lassen sich nun durch Doppelklick in der Übersichtskarte neue Lernstationen hinzufügen. Neben Namen, Hintergrundbild und Kurs benötigen diese auch GPS-Koordinaten. Am einfachsten ermitteln sich diese über ein Landkarten-App auf dem Smartphone oder eine entsprechende Webseite im Internet. Einfach auf die ungefähre Stelle klicken und die beiden Werte kopieren. Die Notation erfolgt im englischen Zahlenformat (Nachkommastellen durch Punkt abgetrennt).

Für das Anlegen von Badges für die Gamification und die Konfiguration der Kurse untereinander sei auf Online-Hilfen verwiesen. Diese Schritte sind optional und hoch individuell. So kann die Freischaltung eines Kurses von der Beendigung eines anderen abhängen. Lernstationen erscheinen dem Lernenden auf der Karte erst, wenn er die verbundenen Kurse freigeschaltet hat.



## Edit Zone

x

Name der Zone !

Beschreibung

Hintergrundfarbe

Hintergrundbild Maximale Größe für Dateien: 1 GB, maximale Anzahl von Anhängen: 1

■ Dateien



DG5.png

Akzeptierte Dateitypen:

Bilddatei (JPEG) .jpg

Bilddatei (PNG) .png

Kurse !   
Discgolf: Wind  
Discgolf: Putten  
Discgolf: Vorhandwurf  
Discgolf: Bergauf und Bergab

Aktivierung der Zone durch Touch ?

Keine Kurse verfügbar ! ?

### GPS-Koordinaten

Breitengrad

Längengrad

Genauigkeit  Meter

Übernehmen

Löschen

Abbrechen

## 8.3 Test aller Einstellungen

Die Lernroute sollte mindestens einmal abgelaufen werden. Dazu ist es ratsam, sie einmal sowohl in der Rolle der Lehrkraft als auch in der Rolle eines Test-Lernenden zu absolvieren, da sich das Verhalten von Moodle zwischen beiden Rollen unterscheidet. Auch im Live-Betrieb mit einer Schülergruppe ist stets mit Problemen zu rechnen, z.B. eine fehlende Einschreibung oder eine unerwartete Bedienweise, die das System durcheinanderbringt. Dann gilt es Ruhe bewahren und Lösungen finden. Mit der Zeit stellt sich Routine ein und bekannte Probleme lassen sich entsprechend schneller beheben.

Unter anderem die folgenden Dinge sollten im Testdurchlauf in der App überprüft werden:

- Alle Lernstationen werden in der Übersichtskarte korrekt angezeigt
- Befindet man sich an der Position einer Lernstation, sollten sich die Kursinhalte öffnen lassen. Wenn nicht, sind die GPS-Koordinaten eventuell falsch oder vertauscht (Breiten- und Längengrad verwechselt).
- Die Inhalte werden in erträglicher Zeit geladen und korrekt angezeigt. Anzeige im bevorzugten Format (hoch oder quer) überprüfen, gegebenenfalls beides.
- Leistungstests funktionieren korrekt. Auch die Auswertung falscher Antworten überprüfen.
- Alle Abhängigkeiten und Freischaltungen der Kurse untereinander funktionieren
- Die Vergabe von Badges oder anderer Gamification-Elemente erfolgt wie geplant
- Der Lernfortschritt wird korrekt im LMS gespeichert

## 9 Evaluation

---

In der Evaluationsphase wird das Erreichen der Lernziele überprüft. Dies erfolgt entweder über Testgruppen, die zuvor mit der Materie der Lerninhalte nicht viel Kontakt hatten oder mit echten Gruppen von Lernenden. Neben Richtziel und Groblernziele müssen auch die Ergebnisse für die Feinlernziele ausgewertet werden. Bei zu schlechtem Abschneiden der Gruppe sind Überarbeitungen einzelner Lerninhalte oder sogar Neukonzipierung größerer Teile der Lernroute erforderlich.

Auch zu gute Ergebnisse bei einzelnen Lernzielen sollten zu bedenken geben, da dies auf eine Investition von zu viel Zeit in die Vermittlung eines Themas hindeutet, die an anderer Stelle besser eingesetzt wäre. Zeit stellt generell eine kritische Ressource dar. Das geplante Zeitbudget für die Durchführung aus der Konzeptphase sollte unbedingt eingehalten werden, da es sonst zu Problemen im Tagesablauf der Lehrkräfte, der Lernenden oder das Ausbildungsbetriebes kommt. Die benötigten Zeiten sollten an jeder Lernstation gemessen und protokolliert werden.

Auch die Rückmeldungen der Lernenden sind in der Evaluation wichtig. Wie wird das Lernerlebnis bewertet, was hat Spaß gemacht, was war unangenehm oder sollte verbessert werden? Die Lernenden sind keine Versuchskaninchen, sondern Nutzende einer Bildungsdienstleistung und stehen an erster Stelle. Als Autor ist man oft zu nah dran am Thema oder zu vernarrt in die Methodik. Das Feedback der Lernenden gibt wichtige Impulse und verweist auf Probleme, die man allein gar nicht wahrnimmt.

Am Ende steht auch die Frage, ob die Methode der AR-Lernroute die passende Wahl zum Erreichen eines Richtzieles war. AR-Lernrouten eröffnen neue Möglichkeiten, holen den Lernenden aus dem Klassenzimmer und stellen Wissen punktgenau dort zur Verfügung, wo es später im Berufsleben angewendet wird. Der Lernende bekommt sofort einen Bezug zur Problemstellung und kann die Lösung entweder besser nachvollziehen oder selbst erarbeiten. Die benötigte Technologie ist breit verfügbar und einfach zugänglich. Abschließend bleibt zu wünschen, dass auch die vorliegende Methodensammlung ebenfalls leicht zugänglich war und für ein positives Lernerlebnis sorgte.

## 10 Literaturverzeichnis

---

- Alzahrani, N. (2020). Augmented Reality: A Systematic Review of Its Benefits and Challenges in E-Learning Contexts. *Applied Sciences* 10(16), <https://doi.org/10.3390/app10165660>.
- Anderson, L., & Krathwohl, D. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: Complete edition*. Addison Wesley Longman, Inc.
- Baldwin, S., & Ching, Y.-H. (2019). Guidelines for Designing Online Courses for Mobile Devices. *TechTrends*, 64, <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00463-6>.
- Clark, R., & Mayer, R. (2023). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning (5th ed.)*. John Wiley & Sons.
- Dahalan, F., Alias, N., & Shaharom, M. (2024). Gamification and game based learning for vocational education and training: A systematic lieterature review. *Education and Information Technologies*, 29(2), S. 1279-1317.
- De Witt, C., & Gloerfeld, C. (2018). *Handbuch Mobile Learning*. Springer.
- Easy LMS. (Juli 2020). *Was ist ein cloudbasiertes (SaaS) Learning-Management-System?* Von Easy LMS. Wissenscenter - LMS: <https://www.easy-lms.com/de/wissenscenter/lms-center/was-ist-ein-cloudbasiertes-saas-lms/item12782> abgerufen
- El-Auwad, M. (30. August 2022). *Icons, Emoticons und Emojis - richtig verwenden in OER*. Von iRights.info: <https://irights.info/artikel/icons-emoticons-und-emojis-richtig-verwenden-in-oer/31608> abgerufen
- Giacumo, L., MacDonald, M., & Shukla, S. (12. Mai 2022). *How to Get Started with Chunking & Sequencing eLearning Disgn: Articles | The Learning Guild*. Von Learning Guild: <https://www.LearningGuild.com/articles/how-to-get-started-with-chunking-sequencing-elearning-design/> abgerufen
- Goertz, D., Fehling, C., & Hagenhofer, T. (2021). *COPLAR-Leitfaden Didaktische Konzepte identifizieren - Community of Practice zum Lernen mit AR und VR*. Von [https://www.social-augmented-learning.de/wp-content/downloads/210225-Coplar-Leitfaden\\_final.pdf](https://www.social-augmented-learning.de/wp-content/downloads/210225-Coplar-Leitfaden_final.pdf) abgerufen
- H5P Group. (n.d.). *H5P [Computer software]*. Von <https://h5p.org/> abgerufen
- Hofmann, J. (2018). *Didaktische Leitlinien - Für betriebliche Ausbilder und Berufsschullehrer. Wann macht der Einsatz von Augmented Reality Sinn?* Von Sächsische Bildungsgesellschaft für Umweltschutz und Chemieberufe Dresden mbH: [https://www.sbg-dresden.de/images/Aktuelles/Projekte/AR4VET/AR4VET\\_Didaktische\\_Leitlinien.pdf](https://www.sbg-dresden.de/images/Aktuelles/Projekte/AR4VET/AR4VET_Didaktische_Leitlinien.pdf) abgerufen
- ILIAS. (n.d.). *[Computer software]*. Von ILIAS open source e-Learning e.V.: <https://www.ilias.de/> abgerufen
- Justus-Liebig-Universität Gießen. (n.d.). *ILIAS der JLU Gießen: Gamification*. Von [https://ilias.uni-giessen.de/goto.php?target=cat\\_381048](https://ilias.uni-giessen.de/goto.php?target=cat_381048) abgerufen

- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. 5. Aufl. De Gruyter.
- Kiryakova, G. (2021). E-assessment-beyond the traditional assessment in digital environment. 1031(1), 012063.
- Knoll, M., & Stieglitz, S. (2022). Augmented Reality und Virtual Reality - Einsatz im Kontext von Arbeit, Forschung und Lehre. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 59(1), <https://doi.org/10.1365/s40702-022-00840-5>, S. 6-22.
- Krath, J., Schürmann, L., & Korflesch, H. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125, 106963, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>.
- Lambda Solutions. (3. April 2023). *Games and Gamification in Moodle™*. Von <https://www.lambdasolutions.net/blog/games-and-gamification-in-moodle> abgerufen
- Meitz, T. (2022). *Augmented Reality*. Von Dorsch Lexikon der Psychologie. Hogrefe: <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/augmented-reality> abgerufen
- Modlinger, D. (2020). *eLearning und Mobile Learning - Konzept und Drehbuch: Handbuch für Medienautoren und Projektleiter* (Bde. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27814-4>). Springer Fachmedien.
- Moodle. (kein Datum). *[Computer software, Version 4.4.3.] Moodle Pty Ltd*. Von <https://moodle.org/> abgerufen
- Niegemann, H., & Weinberger, A. (2020). *Handbuch Bildungstechnologie*. Springer.
- Orizonos. (30. November 2020). *LMS, LCMS, LXP ... Wir bringen ein wenig Licht ins Dunkel der Lernplattformen*. Von Orizonos: <https://orizonos.ch/lernplattformen/> abgerufen

# Tool: Lernziele formulieren

Um die Lernziele zu formulieren, gliedert man das übergeordnete **Richtziel [1]** (Welches Lernziel mit der gesamten Lernroute erreicht werden soll) in einzelne **Grobziele [2]** (Gegenstandsspezifischere Lernziele, die beispielsweise die Ziele eines Moduls darstellen), mit zugehörigen **Feinzielen [3]** (operationalisierbare Lernziele, die mit bestimmten Lerneinheiten erreicht werden sollen) auf.

Diese können in einer Tabelle (Tabelle 1) festgehalten und mithilfe der Lernzielmatrix (Tabelle 2) anhand der **Art des Wissens** und der **kognitiven Strategie**, die verwendet werden soll, formuliert und zugeordnet werden.

(Die Zeilenanzahl in der Tabelle gilt hierbei nur als Beispiel, die sinnvolle Einteilung des Lehrplans in Lernziele können dabei mehr oder auch weniger Feinziele ergeben. Genauso muss nicht jedes Grobziel in gleich viele Feinziele unterteilt werden.)

**Tabelle 1**

Hier kann die Verortung in der Matrix vermerkt werden

<b>1</b>	<b>Richtziel:</b> Mit der Lernroute soll das Lernziel erreicht werden, dass die Lernenden ...	
<b>2</b>	<b>Grobziele 1 :</b>	Die Lernenden können...
		<b>Feinziele:</b>
	<b>3</b>	1.1 Beispiel: Die Lernenden sind in der Lage, die <b>Qualitätsanforderungen an das Saat- und Pflanzgut zu erklären.</b>
		1.2
<b>2</b>	<b>Grobziele 2:</b>	
		<b>Feinziele:</b>
	<b>3</b>	2.1
		2.2

A2

**Tabelle 2**

Wissens-Dimensionen		Kognitive Dimensionen					
		Erinnern (z.B. Wieder- erkennen)  1	Verstehen (z.B. Erklären)  2	Anwenden (z.B. Ausführen)  3	Analysieren (z.B. Zuschreiben )  4	Bewerten (z.B. Prüfen)  5	Erzeugen (z.B. Generieren)  6
Faktenwissen (z.B. Begriffliches Wissen)	<b>A</b>		F1.1				
Konzeptionelles Wissen (z.B. über Theorien, Modelle und Strukturen)	<b>B</b>						
Prozedurales Wissen (z.B. über Techniken und Methoden)	<b>C</b>						
Metakognitives Wissen (z.B. Strategisches Wissen)	<b>D</b>						

# Tool: Konzeptplanung

Datum, Version, Ersteller\*in

Lektion: *Name*

Unterkapitel	Inhalt	Übungen	Erforderliche Medien	Leistungstests
	Welche Inhalte werden für das Unterkapitel vermittelt?	Welche Übungen sollen implementiert werden und an welcher Stelle bietet sich Augmented Reality an?	Welche Medien werden für die Vermittlung der Inhalte eingesetzt? z.B. Video, Audio, Bilder ...	Wann und in welcher Form sollen Leistungstests stattfinden? z.B. Quizze
Unterkapitel 1				
Unterkapitel 2				
...	...	...	...	...

# Tool: Mediendrehbuch

Datum, Version, Ersteller\*in

Lokalisation	Eckdaten	Lerninhalt	Inhalt des Mediums
An welcher Stelle in der Lernumgebung wird es platziert?	Wichtigste Informationen in aller Kürze	Welche Lerninhalte werden vermittelt?	Was ist zu sehen oder zu hören?
z.B. Modul 1, Unterkapitel 3, Seite 5	Länge: Lokation/Setting: Anzahl Szenen (Video):  <input type="checkbox"/> Material bereits vorhanden <input type="checkbox"/> Material teilweise vorhanden <input type="checkbox"/> Neue Aufnahmen		

**Szene 1**

**Szene 2**

**Szene 3**

**Szene 4**

**Skizze:**

**Tonspur:**  
(Dialog/Narration)