

meisten Regionen (ohne sog. »Funktöcher«) rund um die Uhr möglich. Für beinahe jedes vermeintliche Problem stehen im Internet Anleitungen zur Lösung zur Verfügung; die Nachhilfe kann online gebucht werden und Fachzeitschriften werden nicht mehr in gedruckter, sondern in digitaler Form gelesen. Die Entwicklung in diesen Bereichen schreitet rasant voran und so ist kaum abzusehen, wie sich digitale Technologien weiterentwickeln und welchen Einfluss sie auf unseren Alltag im Allgemeinen und auf Lehr-Lernprozesse im Spezifischen nehmen werden. Gerade im Bildungsbereich haben sich Begriffe wie jener der »Wissensexplosion« oder der »Halbwertszeit von Wissen« etabliert. Diese Vergleiche der Entwicklung der Informationsbreite und -dichte mit physikalischen Ereignissen wird zwar kritisch hinterfragt (z. B. Wolff, 2008), dennoch deuten solche Vergleiche an, dass Umfang, Spezialisierung und Zugang zu digitalen Informationen in den vergangenen Jahren drastisch zugenommen haben. Dies ist nicht immer unproblematisch, wie etwa das Beispiel der »fake news« zeigt: Nicht immer sind die AutorInnen von digitalen Dokumenten eindeutig zu bestimmen und auch die Glaubwürdigkeit bzw. Korrektheit von Inhalten kann und muss hinterfragt werden (vgl. Tandoc Jr, Lim & Ling, 2018). Zudem ranken sich immer wieder verschiedene »Mythen« um das Lernen mit digitalen Medien. Einer dieser Mythen ist beispielsweise, dass der Einsatz von PowerPoint im Klassenzimmer grundsätzlich lernförderlich wirkt; eine Aussage, die weder theoretisch noch empirisch begründet ist (Holmes, 2016).

Konkret deuten diese Entwicklungen an, dass die Möglichkeiten zum Lernen mit digitalen Medien deutlich zugenommen haben. Auch tragen spezifische mediendidaktische Weiterentwicklungen zu einer Qualitätssicherung solcher Angebote bei. Allerdings haben sich durch verschiedene technische Entwicklungen auch die Ansprüche an die Lernenden weiterentwickelt. So müssen diese über entsprechende Kompetenzen des selbstregulierten Lernens und des kritischen Umgangs mit digitalen Medien verfügen.

Tatsache ist es, dass das Lernen mit digitalen Medien immer unabhängiger von Ort und Zeit und auch vom klassischen Computer selbst geworden ist und dass auch der Austausch zwischen den Lernenden durch Datennetze immer mehr zur Regel wird. Lernen mit digitalen Medien ist mittlerweile also üblich geworden und stellt keine Ausnahme mehr dar. Allerdings ist dies nicht in allen Lebensbereichen der Fall: Analysen zeigen, dass der Einsatz digitaler Medien gerade in formalen Bildungskontexten wie etwa Schulen nach wie vor eine Ausnahme ist, anstatt flächendeckend zum Einsatz zu kommen (vgl. Petko, 2012; Petko, Prasse & Döbeli Honegger, 2018). Allerdings gibt es auch zentrale Initiativen, welche die Förderung der Digitalisierung in Schule und Hochschule betreiben. Zu diesen Initiativen gehört in Deutschland etwa die Strategie der Kultusministerkonferenz »Bildung in der digitalen Welt« (KMK, 2017). In dieser Initiative wird nicht nur das Potenzial digitaler Medien als Alternativen zum Präsenzunterricht betont, sondern auch die Notwendigkeit des Ausbaus von Infrastrukturen und didaktischer Konzepte. Zentral ist dabei auch die Entwicklung eines Kompetenzrahmens für »Kompetenzen in der digitalen Welt«. Dieser Rahmen umfasst die sechs Kompetenzbereiche Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren von digitalen Informationen, Kommunizieren und Kooperieren mit digitalen

Medien, Produzieren und Präsentieren digitaler Inhalte, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln sowie Analysieren und Reflektieren des Agierens mit digitalen Technologien. Zentral ist dabei, dass die Kultusministerkonferenz (KMK) die Notwendigkeit zur Förderung des Umgangs mit digitalen Technologien nicht nur für die schulische und berufliche Bildung sieht, sondern auch im Bereich der Hochschulen und der Weiterbildung. Vergleichbare Ansätze finden sich auch in Österreich, wo etwa für unterschiedliche Zielgruppen (u. a. Volkshochschule, Sekundarstufen, PädagogInnen) entsprechende Kompetenzmodelle entwickelt wurden (»digi.komp: Digitale Kompetenzen Informatische Bildung«; BMBWF, 2016).

Zusammenfassend zeigen diese Entwicklungen, dass das Lernen mit digitalen Medien nicht nur implizit, sondern auch explizit auf verschiedenen Ebenen fester Bestandteil deutschsprachiger Bildungssysteme und -angebote ist. Aber neben rechtlichen Bestimmungen sind es eben auch spezifische Merkmale digitaler Medien, welche Lernerfahrungen ermöglichen, die mit traditionellen Medien kaum oder gar nicht möglich sind und ihren Einsatz im Bildungsbereich unabdingbar machen.

1.2 Grenzen traditioneller Medien: Warum digitale Medien unabdingbar sind

Das Lernen mit digitalen Medien ermöglicht Lernerfahrungen, die mit traditionellen Medien und herkömmlicher Lehre so nicht möglich wären. Diese Grenzüberschreitung macht den Einsatz von digitalen Technologien aus (lern-)psychologischer Perspektive interessant: Zum einen lässt sich untersuchen, inwiefern sich gleiche oder ähnliche Sachverhalte mit unterschiedlichen Medien (z. B. als gedrucktes Buch oder als digitales E-Book) vermitteln lassen und welche Auswirkungen dies etwa auf kognitive oder motivationale Parameter Lernender haben kann. Zum anderen kann untersucht werden, welche Effekte mit Lernangeboten einhergehen, die mit analogen Medien nicht realisierbar sind bzw. mit diesen kombiniert werden können. Die folgenden Beispiele zeigen einige Aspekte auf, die für das Lernen mit digitalen Medien sprechen.

- *24/7/365*: Diese Abkürzung besagt, dass man mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche und 365 Tage im Jahr auf Lernressourcen zurückgreifen kann. Man ist nicht mehr von Öffnungszeiten abhängig und kann jederzeit – soweit verfügbar – auf digitale Lernressourcen wie Bücher, Videos, Online-Kurse etc. zurückgreifen.
- *Kosten*: Mittels standardisierter Lernangebote kann mit Online-Kursen eine Vielzahl von Lernenden erreicht und – wenn vergleichbare Lernvoraussetzun-

gen (z. B. Vorwissen) vorliegen – gemeinsam geschult werden. Gerade in der Wirtschaft können so Kosten für Präsenzseminare gespart oder reduziert werden (z. B. bei Blended-Learning-Angeboten). Darüber hinaus bieten bestimmte Anwendungen, die aus der beruflichen Ausbildung nicht mehr wegzudenken sind, die Möglichkeit, mit Ressourcen umzugehen, die in traditioneller Form so gar nicht zur Verfügung ständen. Im Flugsimulator etwa können verschiedene Situationen trainiert werden, die in der Realität nicht nur aus Kostengründen nicht zu realisieren sind (ein Airbus A380 kostet ca. 445,6 Millionen Euro; vgl. FlugRevue, 2020). Aber auch Experimente, bei denen normalerweise teure Chemikalien oder andere Substanzen zum Einsatz kommen, können mit Hilfe von Computertechnologien simuliert werden und so zur Einsparung von Kosten beitragen.

- *Gefahrenvermeidung*: Das Beispiel des Flugsimulators lässt sich auch bei der Gefahrenvermeidung anführen. Computertechnologien ermöglichen es, in Gefahrensituationen bestimmte Verhaltensweisen gezielt zu üben, ohne dass bei Fehlern reale Konsequenzen resultieren. Dies betrifft auch andere Bereiche, wie etwa die Anlagensteuerung (z. B. Kraftwerkssimulatoren) oder die Produktionstechnik.
- *Ortsunabhängigkeit*: Lernen wird immer unabhängiger von bestimmten Orten. Statt etwa Vorlesungen zu besuchen, kann man die entsprechenden Audio- oder Videoaufzeichnungen betrachten oder live online verfolgen (als Podcast oder Vodcasts). Smartphones, Tablets oder auch Notebooks ermöglichen dies nahezu überall (z. B. Pettit, 2018).
- *Globalität*: Das Lernen bleibt nicht auf einen eingrenzenden Kulturkreis beschränkt. Viele Online-Programme von Universitäten oder größeren Konzernen ermöglichen weltweite Aus-, Fort- und Weiterbildungen mit zugehörigen Zertifizierungsprogrammen. Verschiedene Videoplattformen (z. B. »YouTube«) erlauben den Zugriff auf Videos, die weltweit produziert wurden.
- *Synchronizität*: Informationen können jederzeit und je nach Bedarf abgerufen werden. So kann man einem unmittelbaren Bedarf mit entsprechenden Informationen begegnen. Auch lassen sich Online-Inhalte zeitlich direkt ergänzen oder korrigieren.
- *Darstellung von Phänomenen*: Verschiedenste Vorgänge lassen sich nicht mit traditionellen Medien erschließen, etwa wenn deren direkte Beobachtung nicht möglich ist. Dies betrifft beispielsweise Bereiche im Mikro- wie auch Makrokosmos. So lässt sich mittels Animationen oder virtueller Realität eine Kamerafahrt durch unser Sonnensystem darstellen, was mit Hilfe herkömmlicher Filmmedien unmöglich ist. Mit Hilfe sog. erweiterter Realität lassen sich analoge Gegenstände mit digitalen Informationen anreichern. So kann der Stein von Rosetta aus dem Geschichtsbuch etwa interaktiv und in dreidimensionaler Form betrachtet werden. Virtuelle Realität erlaubt uns, Welten plastisch zu erkunden, und so Eindrücke zu erhalten, die mit analogen Medien nicht vermittelbar wären. Die virtuelle Realität lässt räumliche Erfahrungen zu, welche die BetrachterInnen in eine scheinbar andere Welt eintauchen lassen.
- *Interaktivität und Adaptivität*: Einen wesentlichen Unterschied zu analogen Medien stellt die Eigenschaft der Interaktivität und damit einhergehend auch

Adaptivität digitaler Medien dar. Digitale System erlauben es, direkte Rückmeldung auf die Handlungen von BenutzerInnen zu geben, und ermöglichen dadurch nahezu unbegrenzte Möglichkeiten an Aktion-Reaktionssequenzen. Hier ist auch eine Anpassung an das jeweilige Verhalten der BenutzerInnen (Adaptivität) möglich. So können sich digitale Lernumgebungen etwa an das individuelle (Vor-)Wissen einzelner Lernender anpassen und beispielweise Übungsaufgaben mit angemessenem Schwierigkeitsgrad präsentieren, um eine Unter- oder Überforderung zu vermeiden. Bei größeren Gruppen wie etwa Schulklassen ist dies logistisch deutlich aufwändiger.

Beispiel 1: Visualisierung verborgener Vorgänge mit Hilfe von Animationen

Mithilfe von Animationen und digitaler Bildverarbeitung können Einblicke in Vorgänge geschaffen werden, die in der realen Welt nur schwer oder gar nicht beobachtbar sind. Ein Beispiel für eine Sammlung frei verfügbarer naturwissenschaftlicher Animationen und Simulationen ist das Angebot »PhET« der University of Colorado Boulder (2020). Die unterschiedlichen interaktiven Lernangebote bieten dabei einen aktiven Zugang zu Inhalten der Mathematik bzw. der Naturwissenschaften. Abbildung 1.1 zeigt exemplarisch eine solche interaktive Animation, die erklärt, welche Prozesse im Neuron nach einer Stimulation erfolgen (► Abb. 1.1).

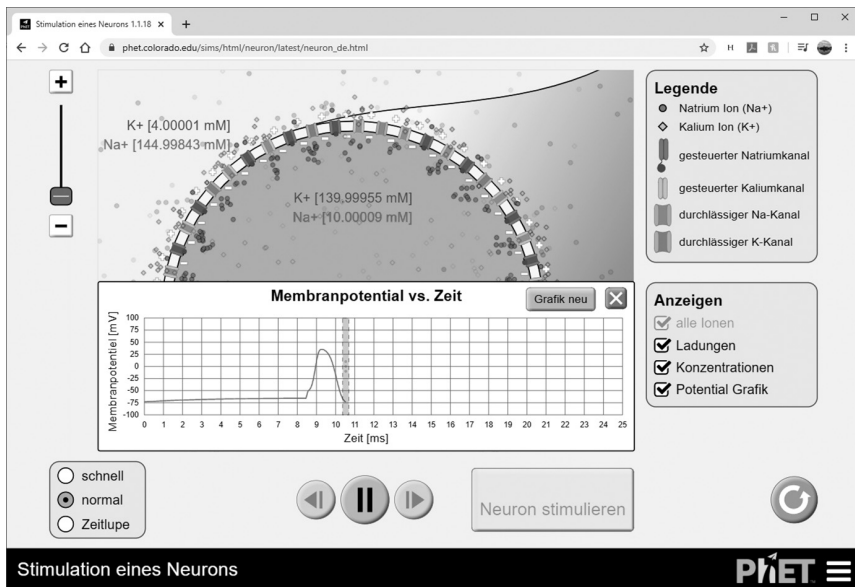


Abb. 1.1: Animation der Stimulation eines Neurons (PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, <https://phet.colorado.edu>, Lizenz: CC BY 4.0)

Die Animation zeigt einen Vorgang, der in dieser Form so nicht direkt beobachtet werden kann. Es wird visualisiert, wie ein elektrischer Impuls den Austausch eines Neurons an der Synapse mittels Kalium- und Natrium-Ionen initiiert. Bei den Ionen handelt es sich um Teilchen, die nur schwer abzubilden sind und deren Austausch über die skizzierten Kanäle lediglich metaphorisch und vereinfacht dargestellt ist. Die Dauer dieses Prozesses liegt im Millisekunden-Bereich. Der Vorteil der Animation ist hier, dass der Prozess zeitlich stark gedehnt dargestellt werden kann.

Beispiel 2: Ressourcennutzung

Ein weiteres Beispiel für die Vorteile digitaler Medien gegenüber analogen Medien ist der Umgang mit natürlichen Ressourcen. Bei der naturwissenschaftlichen Lernsoftware »Froguts« (The Science Bank, 2020) ist es die Aufgabe der Lernenden, eine Frosch-Sektion durchzuführen (► Abb. 1.2).



Abb. 1.2: Virtuelle Frosch-Sektion (Froguts virtual dissection, © Froguts Inc., 2015, verfügbar unter: <https://thesciencebank.org>)

Durch geleitetes Üben kann man so mehr über die Vorgehensweise bei einer Sektion und über die Anatomie der Frösche lernen. Hier ermöglichen digitale