

Frank Thissen und Richard Stang

Schulen für die Zukunft gestalten

Herausforderungen, pädagogische Konzepte und
Raumperspektiven

Einleitung

Die PISA-Ergebnisse (OECD 2023), der Mangel an Lehrerinnen und Lehrern, marode Schulbauten – wenn über Schule gesprochen wird, werden immer wieder Defizite thematisiert. Durch die verstärkte Migration sind in den letzten Jahren zusätzliche Aufgaben auf die Schulen zugekommen, für die es keine ausreichende konzeptionelle Strategie gab. Schulen mussten und müssen damit zurechtkommen. Die COVID-19-Pandemie hat gezeigt, dass die Digitalisierung an Schulen nicht den Stand hatte, der notwendig gewesen wäre, allen Schülerinnen und Schülern den gleichen Zugang zu Lernressourcen zu ermöglichen. Längst ist offensichtlich, dass ein Weiter-So den Herausforderungen der Zukunft nicht gerecht wird. Allerdings ist auch festzustellen, dass sich immer mehr Schulen auf den Weg machen, neue Wege zu gehen.

Veränderte didaktische Konzepte, eine Abkehr vom 45-Minuten Rhythmus, eine stärkere individuelle Förderung, veränderte Formen der Bewertung, neue Lernraumkonzepte, der Einsatz von digitalen Medien etc. prägen einen veränderten Zugang zur Gestaltung von Schule. Dies kann allerdings immer nur im Rahmen der politischen Vorgaben geschehen. Auch, wenn einzelne Schulen die wenigen Freiräume konzeptionell sehr gut ausreizen, sind es doch nach wie vor zu wenige Schulen, die das Risiko der Veränderung eingehen. Eine Kultur des Scheiternkönnens ist in Deutschland leider nicht sehr weit entwickelt.

Vielen engagierten und innovativen Lehrerinnen und Lehrern stehen eben auch welche entgegen, für die Veränderung eine Bedrohung darstellt. Der klassische Frontalunterricht wird oft noch als die ideale Lehrform angesehen. Diese Haltung findet sich auch in Hochschulen, wo die Vorlesung – trotz aller Erkenntnisse über deren begrenzten pädagogischen Wert – noch immer zum Standard des Studiums gehört. Im Hochschulbereich wird heute vom *Shift from Teaching to Learning* gesprochen und Veränderungen angemahnt (Becker/Stang 2022). Auch

Dieser Beitrag ist eine gekürzte und überarbeitete Version des Gutachtens „Schule für die Zukunft gestalten“, das von den Autoren 2022 für die Stadtmedienzentren Stuttgart und Karlsruhe erstellt wurde.

in der Schule wird es ohne grundlegende Veränderungen der didaktischen Perspektiven nicht gehen, will man die gesellschaftlichen Herausforderungen bewältigen.

In diesem Beitrag sollen die Herausforderungen aufgezeigt werden, bevor auf Kompetenzbedarfe und pädagogische Konzepte eingegangen wird, um dann auch die Frage der Gestaltung von Lehr-Lernräumen in den Blick zu nehmen.

Herausforderungen im 21. Jahrhundert

Radikale Veränderungen

Wir erleben zu Beginn des 21. Jahrhunderts etwas in der Geschichte der Menschheit vollkommen Neues, das unsere Welt und alle Bereiche unseres Lebens verändert. (Brynjolfsson/McAfee 2014, 12)

Dies ist das Fazit der beiden Wissenschaftler des MIT Centers for Digital Business, Erik Brynjolfsson und Andrew McAfee, das sie in ihrem Buch *The Second Machine Age* ziehen, in dem sie sich mit den Veränderungen der letzten Jahre durch computergestützte Technologien auseinandersetzen.

Und auch der Ökonom Fredmund Malik beschreibt diese dramatischen Veränderungen, die nicht nur auf die Ökonomie beschränkt sind:

Wirtschaft und Gesellschaft stehen global in einer der geschichtlich größten *Transformation* von der *Alten Welt*, wie wir sie kennen, in eine Neue Welt, die wir noch nicht kennen. Durch diese Transformation wird sich fast alles ändern: Was wir tun, wie wir es tun und warum wir es tun – und auch wer wir sind. (Malik 2015, 11–12, H. i. O.)

Eng mit dieser Transformation verbunden ist für Malik ein extrem hohes Maß an *Unsicherheit*, da die Auswirkungen dieser Transformation aktuell noch nicht absehbar sind. Für Malik sind dies aber nicht nur externe Veränderungen, sondern auch anthropologische, die in einem veränderten Verständnis des Menschen von sich selbst bestehen.

Bereits 2000 hat der Soziologe Zygmunt Bauman in seinem Buch *Flüchtige Moderne* auf diese Verunsicherungen verwiesen, die durch massive Veränderung zum Ende des 20. Jahrhunderts hervorgegangen sind und zum Auflösen vertrauter Strukturen im 21. Jahrhundert geführt hat:

Wir leben in einer Welt, in der sich ständig etwas Überraschendes ereignet, etwas Unerwartetes, nicht Vorhersehbares. Alles zerfällt in Fragmente. Alles, was gestern noch gültig war, kann heute bedeutungslos sein.¹

Der Soziologe Ulrich Beck spricht von einer radikalen Veränderung unserer Welt, von ihrer Verwandlung – einer Metamorphose (Beck 2017) mit verstörenden Folgen, denn: „die ewigen Gewissheiten moderner Gesellschaften brechen weg, und etwas ganz und gar Neues tritt auf den Plan“ (Beck 2017, 15–16).

Diese massiven Veränderungen werden bewirkt „durch die Nebenfolgen erfolgreich absolvierter Modernisierungsschritte – zum Beispiel der Digitalisierung oder der Voraussage einer von Menschen herbeigeführten Klimakatastrophe“ (Beck 2017, 18). Und auch für Beck ist dieser massive Wandel mit großen Verunsicherungen verbunden.

Diese Verunsicherungen sind für Baecker das zentrale Merkmal der Welt im 21. Jahrhundert, denn

die Metamorphose der Welt ist mehr und etwas anderes als eine Transformation oder Evolution vom Geschlossenen zum Offenen, nämlich: eine epochale Veränderung der Weltbilder [...], die nicht durch Kriege, Gewalt oder imperiale Aggression bewirkt wird, sondern durch die Nebenfolgen von Modernisierungsschritten. [...] Sie ist eine Form der Veränderung der Formen menschlichen Daseins. Sie läutet das Zeitalter der Nebenfolgen ein und stellt unsere Art des In-der-Welt-Seins infrage (Baecker 2007, 18, 35).

Diese weitere Stufe der gesellschaftlichen Entwicklung ist für Baecker durch neue Schlüsseltechnologien geprägt:

Wir haben es mit nichts Geringerem zu tun als mit der Vermutung, dass die Einführung des Computers für die Gesellschaft ebenso dramatische Folgen hat wie zuvor nur die Einführung der Sprache, der Schrift und des Buchdrucks. (Baecker 2007, 7)

Technologische Veränderungen

Die Folgen der rapiden technologischen Entwicklungen für sämtliche Wirtschaftsbereiche und Berufe sind enorm, denn die Automatisierung ergänzt oder ersetzt gar menschliche Tätigkeiten zunehmend durch Maschinen (Roboter, Künstliche Intelligenz), mit dramatischen Folgen für den Arbeitsmarkt.

So schreiben Frey und Osborne bereits 2013: „algorithms for big data are now rapidly entering domains reliant upon pattern recognition and can readily substi-

1 SCIENCE ORD.at: Die Zeit ist aus den Fugen, <https://sciencev2.orf.at/stories/1764698/index.html>.

tute for labour in a wide range of non-routine cognitive tasks“ (Frey/Osborne 2013, 44). Sie sprechen von einer grundsätzlichen Umwandlung von Industrien und Jobs: „This is likely to change the nature of work across industries and occupations“ (Frey/Osborne 2013, 44), bei der Berufstätige im 21. Jahrhundert vor allem kreative und soziale Kompetenzen benötigen, die für neue Berufe besonders relevant zu sein scheinen (Frey/Osborne 2013, 45).

Auch die Delphi-Studie *2050: Die Zukunft der Arbeit* (Daheim/Wintermann 2016) prognostiziert diesen Wandel:

Der zentrale (und als sicher betrachtete) Treiber des Wandels ist der rasche, anhaltende technologische Fortschritt unter den Vorzeichen der Digitalisierung, der nahezu alle Berufsgruppen erfasst und dessen Tempo wahrscheinlich noch zunimmt. (Daheim/Wintermann 2016, 9)

Die Studie erwartet „ein gänzlich neues System des Arbeitens und Wirtschaftens“ (Daheim/Wintermann 2016, 9) und fasst diese radikalen Veränderungen zusammen:

- Immer mehr Aufgaben können von Maschinen erledigt werden. An diesem technologischen Wandel geht kein Weg vorbei: Robotik, Künstliche Intelligenz und Technologie-Konvergenz treiben die Entwicklung voran. Der zentrale (und als sicher betrachtete) Treiber des Wandels ist der rasche, anhaltende technologische Fortschritt unter den Vorzeichen der Digitalisierung, der nahezu alle Berufsgruppen erfasst und dessen Tempo wahrscheinlich noch zunimmt.
- Die globale Arbeitslosigkeit könnte auf 24 Prozent (oder mehr) im Jahr 2050 steigen.
- Es „steht der Übergang in ein gänzlich neues System des Arbeitens und Wirtschaftens an, in dem auch die Sozialsysteme entsprechend anders aussehen müssen, und in dem vielleicht das Prinzip der Lohnarbeit gänzlich überholt ist“ (Daheim/Wintermann 2016, 9).

Neue Chancen für die Berufstätigen sehen die Autoren hingegen in den

Sektoren Freizeit, Erholung und Gesundheit, in technologienahen Feldern und mit neuen Berufsbildern vom Empathie-Interventionist bis zum Algorithmen-Versicherer [...] Es bilden sich Arbeitsbereiche und Berufe heraus, die geprägt sind von ureigenen menschlichen Fähigkeiten wie Empathie oder Kreativität (Daheim/Wintermann 2016, 10).

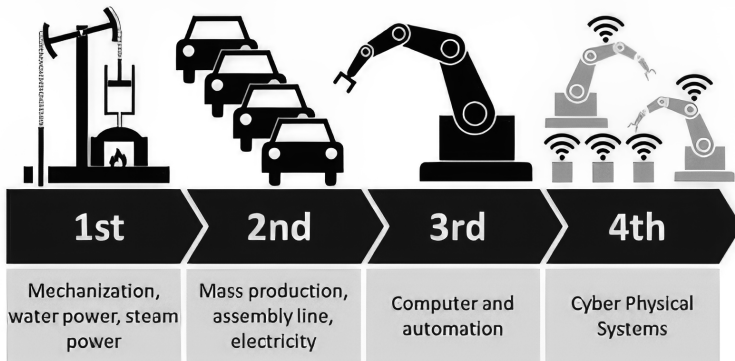


Abb. 1: Technische Entwicklungsschritte (Roser et al. AboutLean.com, CC BY-SA 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, via Wikimedia Commons).

Ebenso verweist der Bericht des World Economic Forums *The Future of Jobs Report 2020* (World Economic Forum 2020) darauf, dass die voranschreitende KI-unterstützte Automatisierung den größten Teil der Aufgaben, Berufe und Kompetenzanforderungen in den kommenden Jahren massiv verändern werden:

We estimate that by 2025, 85 million jobs may be displaced by a shift in the division of labour between humans and machines, while 97 million new roles may emerge that are more adapted to the new division of labour between humans, machines and algorithms. (World Economic Forum 2020, 5)

Damit verbunden sind grundlegende Fragestellungen an Gesellschaft und Politik:

The most relevant question to businesses, governments and individuals is not to what extent automation and augmentation of human labour will affect current employment numbers, but under what conditions the global labour market can be supported towards a new equilibrium in the division of labour between human workers, robots and algorithms. (World Economic Forum 2020, 49)

Auch der Bericht des *European Parliamentary Research Service EPRS* (Spencer et al. 2021) verweist auf diese Herausforderungen: „AI together with advanced robotics are key features of the new or emerging digital world“ (Spencer et al. 2021, iii). Obwohl zurzeit noch nicht klar ist, wie viele Jobs genau verloren gehen und welche neuen entstehen werden, ist deutlich, dass die einfachen Routinetätigkeiten in den nächsten Jahren durch Maschinen ersetzt werden. (Spencer et al. 2021, 19–21)

Soziale Veränderungen

Neben diesen hier beschriebenen technologischen Veränderungen finden damit verbundene bedeutsame massive soziale Veränderung statt, die durch zwei Bereiche geprägt sind:

1. der Zugriff auf Informationen und
2. die Vernetzung von Menschen über die sogenannten Sozialen Medien (*social media*).

Diese Datenfülle stellt ein Informationsangebot dar, wie wir es noch nie in der Geschichte der Menschheit besessen haben. Der Zugriff auf relevante, wertvolle Informationen ist dadurch nicht einfacher geworden, aber grundsätzlich sind sie für alle verfügbar. Und selbst wenn nur ein Bruchteil dieser Informationen im Internet relevant und wertvoll sind, ist dies allein eine gigantische Datenmenge. Allerdings bedarf es dazu entsprechender Informationskompetenzen (Hapke 2012; Sühl-Strohmenger 2016) beziehungsweise Software zur Analyse und aufbereiteter Bereitstellung von Daten.

Grundsätzlich aber gilt, dass im Internet zu jeder Thematik – neben sehr vielen falschen beziehungsweise unseriösen Informationen – qualitativ hochwertige Informationen vorhanden sind. Dadurch ist eine Demokratisierung der Informationen entstanden. Die Devise „Wissen ist Macht“ relativiert sich in dem Moment, wo sich jeder, der über die notwendigen Kompetenzen verfügt, mithilfe der Informationen des Internets Wissen aneignen kann. Der US-amerikanische Wirtschaftswissenschaftler Hal Varian beschreibt diese Situation folgendermaßen:

The biggest impact on the world will be universal access to all human knowledge. The smartest person in the world currently could well be stuck behind a plow in India or China. Enabling that person – and the millions like him or her – will have a profound impact on the development of the human race. Cheap mobile devices will be available worldwide, and educational tools like the Khan Academy will be available to everyone. This will have a huge impact on literacy and numeracy and will lead to a more informed and more educated world population.²

Auf die Tatsache einer *Überforderung* durch die Menge der Informationen hat bereits Alvin Toffler hingewiesen, als er von einer überfordernden Informationsüberfütterung (engl. *information overload*) (Toffler 1971, 280) sprach und deutlich machte, dass die Informationsmenge für jeden Einzelnen die Möglichkeiten der Verarbeitung übersteigt.

² Hal Varian, zit. nach <https://www.pewresearch.org/internet/2014/03/11/digital-life-in-2025/>.

Heute sprechen Forscher von einem Überlastungszustand des Einzelnen, da

die Anforderungen an die Informationsverarbeitung die Verarbeitungskapazität übersteigen. Diese Überforderung kann quantitativer Art sein, bedingt durch große Informationsmengen oder qualitativer Art bei z. B. komplexen oder uneindeutigen Informationen (Junghanns/Kersten 2019, 1).

Hinzu kommt die Problematik, dass alle Informationen im Internet grundsätzlich gleichberechtigt nebeneinanderstehen. *Fake News*, also gezielte Falschmeldungen, haben äußerlich einen ähnlichen Status wie hochwertige seriöse Informationen.

Der Kulturwissenschaftler Michael Seemann spricht in diesem Kontext von einem „digitalen Kontrollverlust“ (Seemann 2014) und einem „neuen Spiel [...], das viele Gewissheiten auf den Kopf stellt“ (Seemann 2014, 8). Wo im analogen Zeitalter Massenmedien und Verlage eine Filterung, Einordnung und Bewertung von Informationen vornahmen, fallen diese Filtersysteme im Internet weg oder werden durch neue ersetzt: die Suchmaschinen und Soziale Medien.

Junghanns und Kersten betonen den Stressfaktor, der durch

das Erleben von Informationsflut [... entsteht]. Zentral sind die Aspekte Zeit- und Leistungsdruck, Störungen und Unterbrechungen sowie Multitasking-Erleben, die mit Informationsüberflutung einhergehen können (Junghanns/Kersten 2019, 4).

Und für Sennett stellt diese Informationsfülle eine *existenzielle* Herausforderung dar:

Die durch moderne Technologien erzeugte Informationsflut droht deren Adressaten in Passivität versinken zu lassen. [...] Eine Überfülle an Information ist kein nebensächliches Problem. Große Mengen an Rohdaten bilden eine politische Tatsache. Die wachsenden Datenmengen führen zu einer Zentralisierung der Kontrolle. (Sennett 2005, 136)

Der italienische Philosoph Luciano Floridi spricht vor diesem Hintergrund von einer *4. Revolution* in der Geschichte der Menschheit, in der die „Infosphäre“ des World Wide Webs unsere Kultur verändert:

In Wahrheit sind aus ihnen [Informations- und Kommunikationstechnologien] umweltgestaltende, anthropologische, soziale und interpretative Kräfte geworden. Sie schaffen und prägen unsere geistige und materielle Wirklichkeit, verändern unser Selbstverständnis, modifizieren, wie wir miteinander in Beziehung treten und uns auf uns selbst beziehen, und sie bringen unsere Weltdeutung auf einen neuen, besseren Stand, und all das tun sie ebenso tief greifend wie umfassend und unablässig. (Floridi 2015, 7)

Der Begriff der *Infosphäre*, eine Wortschöpfung aus „Information“ und „Biosphäre“, geht auf Sheppard und Toffler zurück (Toffler 1980) und wird von Floridi aufgegriffen und auf die digitale Welt übertragen (Floridi 2015).

Die Merkmale der Infosphäre sind Daten, die

- in großer Fülle vorhanden sind,
- untereinander vernetzt sind,
- massiven Einfluss auf die analoge Offline-Welt haben (Floridi 2015, 67).

Grundsätzlich sieht Florin in der Infosphäre eher ein Potenzial als eine Gefahr. Für ihn ist diese „Informationsrevolution [...] eine große Chance für unsere Zukunft“ (Floridi 2015, 8).

David Weinberger beschreibt die *neuartige Qualität des Wissens* im digitalen Zeitalter, denn es ist

keine Regalreihe von Büchern und Zeitschriften mehr, sondern eine vernetzte Infrastruktur. Wir nutzen diese Fülle so gut, wie wir können, also immer in Zusammenhängen, immer aus einer bestimmten Perspektive, immer zusammen mit anderen, immer mit der nötigen Sorgfalt und immer fehlbar. Das Wissen ist zu einem Netzwerk geworden, und dieses Netzwerk hat die Eigenschaften des Internets (Weinberger 2013, 221).

Weinberg spricht von einem „neuen“ Denken im Gegensatz zum „Brockhaus-Denken“ – dem „Network Thinking“ (Weinberg 2015).

Wir alle spüren, dass etwas zu Ende geht, etwas Bedeutendes, das uns sehr vertraut ist und dass uns über einen großen Zeitraum hinweg den Rahmen, die Struktur gegeben hat, innerhalb derer wir uns gedanklich bewegt und nach der wir unser Handeln ausgerichtet haben. [...] Wir spüren, dass sich ein Wandel ereignet, in dem etwas Großes, das wir Menschen entwickelt haben, sich verabschiedet oder auch verabschiedet wird, um abgelöst zu werden von etwas anderem Großem, das aber noch auszuformen ist. [...] Der entscheidende Wesenszug dieses Wandels lässt sich an einer Fähigkeit festmachen, die in tragen voranbringen wird: an dem Denken in Netzwerken [...] Es werden eben nicht mehr die Schubladen und Kategorien sein, in und nach denen wir denken, in Zukunft wird unser Denken und Handeln sich in weit auf gespannten Netzen bewegen. [...] Wir werden unser Denken vielmehr aus der festen Verordnung heraus in dauernde Bewegung versetzen. [...] Wer in Zeiten der Digitalisierung immer noch in Hierarchien, Fachgebieten und lexikalischen Kategorien denkt, wird den Anschluss bald verpasst haben. [...] Network Thinking ist das neue Denken, das wir brauchen, um unsere Welt von morgen zu begreifen und zu steuern. (Weinberg 2015, 11–14)

Neben der Vernetzung von Informationen im Internet findet sich im Web eine weitere Vernetzung, die der Beziehungen, der Kommunikation, des Austausches und Teilens von Erfahrungen, Ansichten und Wissen in den *Sozialen Medien*.

Vor allem Kinder und Jugendliche nutzen die Sozialen Medien intensiv und selbstverständlich, wie KIM- und JIM-Studien regelmäßig belegen. (Feierabend et al. 2021; Feierabend et al. 2020)

Megan Poore beschreibt die *Sozialen Medien* anhand folgender Merkmale (Poore, 2013, 5):

- Participation,
- Collaboration,
- Interactivity,
- Communication,
- Community-building),
- Sharing,
- Networking,
- Creativity,
- Distribution,
- Flexibility,
- Customisation.

Und Danah Boyd führt vier Charakteristika Sozialer Medien auf (Boyd 2014, 11):

- *Dauerhaftigkeit* der Inhalte,
- *Sichtbarkeit* für ein potentielles Publikum,
- *Verbreitbarkeit* durch einfaches Teilen,
- *Durchsuchbarkeit*, rasches Finden der Inhalte.

Für Stalder ist durch die *Sozialen Medien* eine neue Kultur entstanden, die „Kultur der Digitalität“ (Stalder 2016), die nicht nur eine „enorme Vervielfältigung der kulturellen Möglichkeiten“ (Stalder 2016, 10) darstellt, sondern zunehmend eine immer stärkere Präsenz im Alltag findet.

In dieser Kultur verschmelzen die physisch-analoge und die virtuell-digitale Welt miteinander. Drei Merkmale zeichnet die Kultur der Digitalität aus:

- *Referentialität*
Das Merkmal der Referentialität bedeutet, das in der Kultur der Digitalität digital vorhandene Materialien genutzt, geteilt, verändert, referenziert und kommentiert werden.
- *Gemeinschaftlichkeit*
Das zweite Merkmal der Kultur der Digitalität ist die Gemeinschaftlichkeit. „Die neuen gemeinschaftlichen Formationen sind *informelle Organisationsformen*, die auf Freiwilligkeit basieren.“ (Stalder 2016, 138, H.i.O.)
- *Algorithmizität*
Schließlich beschreibt das dritte Merkmal der Kultur der Digitalität die Folgen der Tatsache, dass Informationen im Internet von Programmen (z. B. Suchma-

schinen) stets in einen Kontext eingeordnet werden und Nutzern entsprechend dieses Kontextes weitere Informationen vorgeschlagen. Diese Computerprogramme gruppieren die vorhandenen Daten und Informationen nutzerspezifisch zu individuell angepassten Gruppen, Ordnungen und Kontexten. „Mithilfe von Algorithmen werden vordefinierte Probleme gelöst.“ (Stalder 2016, 167)

Diese automatisierte Auswahl von Angeboten, nicht nur bei Suchmaschinen, sondern auch sämtlichen Sozialen Medien führt dazu, dass vorhandene Interessen, Merkmale, Vorlieben, Weltanschauungen von Nutzerinnen und Nutzern gezielt verstärkt werden, da ihnen stets ähnliche Informationen „gereicht“ werden. Damit entstehen sogenannte Filterblasen – *filter bubbles* (Pariser 2011) –, in denen die Nutzerinnen und Nutzer stets Angebote erhalten, die auf sie zugeschnitten sind. Und der Kreislauf besteht darin, über sie Daten zu sammeln, um ihnen dann noch spezifischer zugeschnittene Angebote zu unterbreiten. Durch das Ausblenden von Informationen, die dem System der Software nicht geeignet erscheinen, entsteht ein Prozess der Stabilisierung von Interessen, Meinungen und Ansichten – es entsteht eine virtuelle „echo chamber“ (Echokammer) (Drösser 2016).

Und der ehemalige *Cambridge Analytica*-Mitarbeiter Christopher Wylie sieht in der Macht der Sozialen Medien eine große Gefahr für die Untergrabung westlicher Demokratien (Wylie 2020; El-Bermawy 2016; Ermert 2020)

Globale Herausforderungen

Neben den hier beschriebenen kulturellen Veränderungen durch computerbasierte Technologien, das Internet und Soziale Medien stellen sich der Menschheit im 21. Jahrhundert weitere Herausforderungen, welche die OECD-Studie *The Future of Education and Skills. Education 2030* (OECD 2017; Howells 2018) benennt:

1. Herausforderungen im Bereich der Umwelt und menschlichen Lebensgrundlagen:
 - Klimawandel und Erschöpfung natürlicher Ressourcen: „Climate change and the depletion of natural resources require urgent action and adaptation“ (Howells 2018, 3),
 - radikale Veränderungen durch rapide Entwicklungen in Naturwissenschaft und Technologien.
2. Ökonomische Herausforderungen:
 - weltweite Verflechtungen der Wirtschaft mit globalisierten Wertschöpfungsketten,
 - Cybersicherheit und Privatsphäre.

3. Soziale Herausforderungen:

- eine wachsende Weltbevölkerung mit sozialer und kultureller Vielfalt, Urbanisierung und Migration,
- Zunahme der Ungleichheiten im Lebensstandard, zunehmende soziale Konflikte, Bedrohungen durch Krieg und Terrorismus (Howells 2018, 3).

Um diesen Herausforderungen begegnen zu können, braucht es eine neue Vision von Bildung (Education 2030), die aus folgenden Elementen besteht:

- Neue Lösungsansätze und -wege in einer sich rapide verändernden Welt definieren und umsetzen.
- Größer definierte Bildungsziele für das individuelle und kollektive Wohlbefinden festlegen.
- Orientierung in und Navigation in einer komplexen und unsicheren Welt ermöglichen.
- Eine weite Spannweite an Kenntnissen, Kompetenzen und Werten entwickeln und fördern.
- Kompetenzen zur Veränderung der Gesellschaft und der Gestaltung der Zukunft schaffen.
- Designprinzipien für einen ökonomischen Wandel einüben. (Howells 2018, 3–6)

In diesem Sinne geht das Strategiepapier der Kultusministerkonferenz *Bildung in der digitalen Welt* bereits 2016 auf diese Entwicklungen und Herausforderungen ein und betont die neuen Anforderungen an Schule:

Die Digitalisierung unserer Welt wird hier im weiteren Sinne verstanden als Prozess, in dem digitale Medien und digitale Werkzeuge zunehmend an die Stelle analoger Verfahren treten und diese nicht nur ablösen, sondern neue Perspektiven in allen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Bereichen erschließen, aber auch neue Fragestellungen z. B. zum Schutz der Privatsphäre mit sich bringen. Sie ist für den gesamten Bildungsbereich Chance und Herausforderung zugleich. (KMK 2016, 8)

Und die Vereinten Nationen (UN) beschreiben die Herausforderungen in ihren Zielen für das Jahr 2030 (*Global Goals*): weltweite Partnerschaft, Nachhaltigkeit, Frieden, Abschaffung von Armut und Hunger, Bildung und eine positive Entwicklung der Menschheit etc. (Howells 2018, 3).

Schließlich sei noch auf ein Merkmal der digitalisierten Welt hingewiesen, das Malik beschreibt: „Die größte Herausforderung der Neuen Welt ist ihre immense Komplexität.“ (Malik 2015, 12) Komplexität ist für Malik die Folge der oben beschriebenen „geschichtlich größten Transformation“, die alles verändert und

„der Hauptgrund für die wachsende Zahl von lokalen und globalen Krisen“ (Malik 2015, 12) ist. Diese neue Form der Komplexität ist aber für Individuen und Institutionen mit ihren veralteten Organisationsstrukturen und Haltungen eine massive Überforderung. Und aus „ihrer Unfähigkeit heraus reagieren immer mehr Organisationen mit der falschen Strategie: Sie wollen Komplexität reduzieren, um weiterhin an ihrem veralteten Funktionieren festhalten zu können. Sie sehen Komplexität ausschließlich negativ. Damit verhindern sie Lösungen und tragen zur Verschärfung von Krisen bei“ (Malik 2015, 12).

Eine wesentliche Strategie für die Bewältigung der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ist für Malik

das Nutzen von Komplexität. Nur daraus entstehen Lösungen. Denn Komplexität ist der Rohstoff für Intelligenz, Innovation und Evolution, für Selbstregulierung und Selbstorganisation, und für alle höheren Leistungen. Komplexität ist der Baustoff für die neue Welt und ihre neuen Organisationen. (Malik 2015, 12–13)

Denn

das Wissen über Komplexität und wie man sie meistert, ist die wichtigste Ressource für funktionierende Organisationen. Es ist ein systemkybernetisches Wissen, das wichtiger ist als Zeit und Energie. Information über Kybernetik wird wichtiger als Geld, Selbstorganisation wird wichtiger als Macht. [...] Dies betrifft auch die Gesellschaft als Ganzes [...]. (Malik 2015, 13)

Und, was auf die Institutionen zutrifft, trifft auch auf jeden Einzelnen zu. „Quer durch die Generationen werden die Menschen herausgefordert sein, umzudenken und umzulernen. Darin liegt eine einzigartige Chance, sich vom Denkmüll der letzten Jahrzehnte zu befreien und neue Erkenntnisse und neues Verstehen zu erlangen.“ (Malik 2015, 27)

Für Malik müssen neue „fundamental andere Lösungen auf Basis eines anderen Denkens, neue Methoden und Instrumente“ eingesetzt werden, um komplexe Herausforderungen zu meistern, denn

bei hoher Komplexität kommen wir an die Grenzen dessen, was uns durch das reduktionistische Weltbild der klassischen Wissenschaften als Wahrheit vermittelt wurde [...] Immer öfter kommen wir an die Grenzen der scheinbar unverzichtbaren Quantifizierbarkeit und müssen dennoch handeln. Wir haben keine ausreichenden Informationen und müssen dennoch entscheiden. Wir haben keine harten Fakten und müssen unser Handeln an schwachen, [sic] und mehrdeutigen Signalen ausrichten. (Malik 2015, 75)

Der Umgang mit Komplexität ist die wesentlichste und wichtigste Kompetenz für jeden Einzelnen und Institutionen im 21. Jahrhundert.

Kompetenzen für die Komplexität

21st Century Skills

Neben der Kompetenz mit der zunehmenden *Komplexität* der vernetzten Welt und ihrer Kultur der Digitalität umzugehen bedarf es weiterer Kompetenzen, um diese aktiv zu gestalten – die sogenannten 21st Century Skills.

Trilling und Fadel teilen die *21. Century Skills* (Trilling/Fadel 2009) in drei Bereiche ein:

- Learning and Innovative Skills: Learning to Create Together
 - Learning to Learn and Innovate,
 - Critical Thinking and Problem Solving,
 - Communication and Collaboration,
 - Creativity and Innovation.
- Digital Literary Skills: Info-Savvy, Media-Fluent, Tech-Tuned
 - Information Literacy,
 - Literacy,
 - ICT Literacy.
- Career and Life Skills: Word-Ready, Prepared for Life
 - Flexibility and Adaptability,
 - Initiative and Self-Direction,
 - Social and Cross-Cultural Interaction,
 - Productivity and Accountability,
 - Leadership and Responsibility.

In den „Vier Dimensionen der Bildung“ (Fadel et al. 2017) werden die Kompetenzen neu strukturiert und als CCR-Framework (Centers for Curriculum Redesign) definiert³. Dabei benennen Fadel et al. die drei Bereiche Charakter, Kompetenzen und Wissen sowie zusätzlich Metakompetenzen als Bildungsziele für das 21. Jahrhundert.

³ <https://curriculumredesign.org/framework/>.

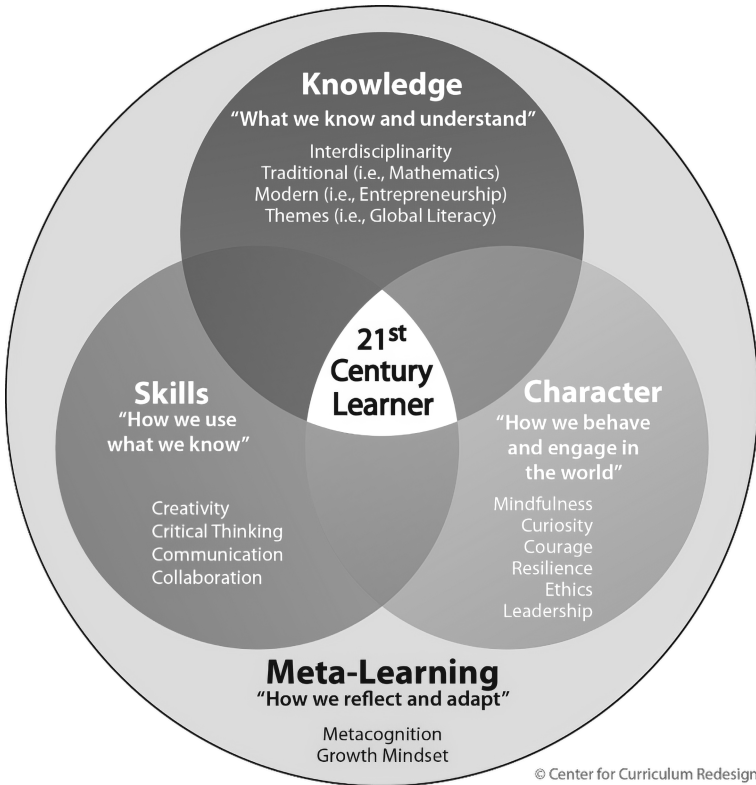


Abb. 2: Vier Dimensionen der Bildung (Fadel et al. 2017, 77).

Die wichtigsten Kompetenzen sind dabei die „4C“ (Fadel et al. 2017, 127):

- Creativity (Kreativität & Innovation),
- Critical Thinking (Kritisches Denken & Problemlösen),
- Communication (Kommunikation),
- Collaboration (Zusammenarbeit).

Hinzu kommen noch die weiteren Kompetenzen (Fadel et al. 2017, 127–128):

- Lernen,
- Informationskompetenz,
- Medienkompetenz,
- Kompetenzen im Umgang mit Technologien,
- Flexibilität und Anpassungsfähigkeit,
- Initiative und Selbststeuerung,
- soziale und interkulturelle Kompetenzen.

Zudem fordern die Autoren im Angesicht der massiven Herausforderungen des 21. Jahrhunderts das Stärken und Entwickeln folgender Charaktereigenschaften (Fadel et al. 2017, 150):

- Achtsamkeit (mindfulness),
- Neugier (curiosity),
- Mut (courage),
- Ausdauer (resilience),
- Ethik (ethics),
- Führung (leadership).

Die Autoren empfehlen, die vier Dimensionen der Bildung in der Schule miteinander zu verbinden, um auf diese Weise wirksames Lernen zu ermöglichen (Fadel et al. 2017, 77). Diese Kompetenzen in Kombination mit dem Erlernen von Schlüsselfächern (key subjects) sehen die Autoren als Basis und Vorbereitung auf ein Leben im 21. Jahrhundert an. Als Schlüsselfächer (key subjects) und relevanten Themen (21st century themes) führen sie die folgenden an:

- die Muttersprache und Lesen (english, reading, or language arts),
- Fremdsprachen (world languages),
- Kunst (arts),
- Mathematik (mathematics),
- Ökonomie (economics),
- Naturwissenschaften (science),
- Geographie (geography),
- Geschichte (history),
- Politik und Staatsbürgerkunde (government and civics).

Zudem kommen spezifische Themen der digitalen Welt hinzu:

- globales Bewusstsein,
- Finanzsysteme, Geschäftsabläufe, unternehmerische Kompetenz,
- staatsbürgerliche Kompetenzen,
- Gesundheitskompetenzen,
- ökologische Kompetenzen / Umweltkompetenzen.

Dabei ist für sie entscheidend, dass die Auseinandersetzung mit Themen in der Schule immer gleichzeitig eine Kompetenzentwicklung darstellt:

Within the context of key knowledge instruction, students must also learn the essential skills for success in today's world, such as critical thinking, problem solving, communication, and collaboration. (Fadel et al. 2017, 2)

Auch die „Strategie Bildung in der digitalen Welt“ der Kultusministerkonferenz (KMK) betont die Bedeutung von Kompetenzen und die Notwendigkeit der Veränderungen von Schulen:

Kompetenzen für ein Leben in der digitalen Welt werden zur zentralen Voraussetzung für soziale Teilhabe, denn sie sind zwingend erforderlich für einen erfolgreichen Bildungs- und Berufsweg. Das Lernen im Kontext der zunehmenden Digitalisierung und das kritische Reflektieren werden künftig integrale Bestandteile dieses Bildungsauftrages sein. (KMK 2016, 6)

Die KMK verweist darauf, dass „sowohl die bisher praktizierten Lehr- und Lernformen sowie die Struktur von Lernumgebungen überdacht und neu gestaltet als auch die Bildungsziele kritisch überprüft und erweitert werden müssen“ (KMK 2016, 8). Zudem heißt es dort:

Für den schulischen Bereich gilt, dass das Lehren und Lernen in der digitalen Welt dem Primat des Pädagogischen – also dem Bildungs- und Erziehungsauftrag – folgen muss. Das heißt, dass die Berücksichtigung des digitalen Wandels dem Ziel dient, die aktuellen bildungspolitischen Leitlinien zu ergänzen und durch Veränderungen bei der inhaltlichen und formalen Gestaltung von Lernprozessen die Stärkung der Selbstständigkeit zu fördern und individuelle Potenziale innerhalb einer inklusiven Bildung auch durch Nutzung digitaler Lernumgebungen besser zur Entfaltung bringen zu können. (KMK 2016, 9)

Sie fordert für die „Bildung in der digitalen Welt“ die Entwicklung von sechs Kompetenzbereichen in Schulen (KMK 2016, 15–18)

- Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren,
- Kommunizieren und Kooperieren,
- Produzieren und Präsentieren,
- Schützen und sicher Agieren,
- Problemlösen und Handeln,
- Analysieren und Reflektieren.

Vor diesem Hintergrund stellt sich nun die große Frage, wie genau diese Kompetenzen in der Schule erworben werden können beziehungsweise was ihren Erwerb fördert.

Kompetenzerwerb

Der Erwerb von Kompetenzen ist umfangreich erforscht (Sauter et al. 2018; Erpenbeck/Sauter 2013; 2017; Erpenbeck/Sauter 2016; Radisch et al. 2014; Heyse 2010; Kalz et al. 2007; Hof 2002; Heyse et al. 2002) und deshalb soll hier nur eine kurze

Zusammenstellung aufgezeigt werden, bevor Möglichkeiten der konkreten Umsetzung in Schulen in den Blick genommen werden.

Erpenbeck und Sauter definieren „Kompetenzen [als ...] Fähigkeiten in offenen, unüberschaubaren, komplexen, dynamischen und zuweilen chaotischen Situationen kreativ und selbst organisiert zu handeln (Selbstorganisationsdispositionen)“ (Erpenbeck/Sauter 2013). Kompetenzen werden dabei immer stets im Handeln erworben. Sie lassen sich nicht lehren und sie lassen sich nicht erlernen.

Lernende erwerben Kompetenzen, indem sie in „neuartigen, offenen und realen Problemsituationen“ (Erpenbeck/Sauter 2013) kreativ und explorativ handeln. Dabei geht es um die größtmögliche Offenheit dieses Handelns, also zu handeln, „ohne bekannte Lösungswege *qualifiziert* abzuarbeiten, ohne das Resultat schon von vornherein zu kennen“ (Erpenbeck/Sauter 2013, H. i. O.). Um „Kompetenzentwicklung, egal auf welcher Altersstufe, anzuregen und zu fördern, benötigt man Lernumgebungen, die motiviertes, anwendungsnahes Lernen beim Bearbeiten von realen Herausforderungen unterstützen“ (Erpenbeck/Sauter 2016, 106).

Deshalb muss Schule Möglichkeiten schaffen, diese Kompetenzentwicklung vielfältig zu fördern. Konkret bedeutet dies für die oben aufgeführten 21st Century Skills zunächst einmal grob gefasst folgende Maßnahmen:

- Förderung der *Kollaborationskompetenz*: Zusammenarbeit in Teams (Baines et al. 2021a; Hawkins 2018),
- Förderung von *Kreativität*: anregende Umgebung, gelebte Fehlerkultur (Csikszentmihalyi 1985), Offenheit der Lösungen (Burow 2000a),
- *Problemlösungskompetenz*: anregende Umgebung, gelebte Fehlerkultur, Offenheit der Lösungen (Lucas Education Research 2021a),
- *Kommunikationskompetenz* (mündlich und schriftlich): Zusammenarbeit in Teams und mit Partnerinnen und Partnern außerhalb der Klasse/Schule (Burow 2000b),
- *Informationskompetenz*: vielfältige Quellen und kritisches Hinterfragen, Erwerb von wissenschaftlichen Methoden und Vorgehensweisen (Weisel 2017; Hapke 2012),
- *kritisches Denken*: Möglichkeiten zur (Selbst-)Reflexion, Förderung des logischen Denkens, zum Beispiel durch Programmierung (Heidkamp/Kergel 2019; Hasni et al. 2016),
- *Interdisziplinäres und interkulturelles Arbeiten* im Team: Zusammenarbeit in Teams mit Partnerinnen und Partnern aus verschiedenen Disziplinen und Kulturen (Miller/Krajcik 2019; Dias/Brantley-Dias 2017; Dole et al. 2015)
- *Anpassungsfähigkeit*: komplexe und unvorhersehbare Situationen und Anforderungen anbieten,
- *Führungskompetenz*: Zusammenarbeit in Teams und intensive Feedback-Kultur,

- *Initiative*: Optionen und Förderungen, Initiative ergreifen zu können und Ideen umzusetzen,
- *Flexibilität*: komplexe und unvorhersehbare Situationen und Anforderungen anbieten,
- *soziale Kompetenzen*: Zusammenarbeit in Teams und mit Partnerinnen und Partnern
- *technische Kompetenzen*: kritische und aktive Nutzung von (primär digitalen) Technologien (Romero et al. 2016; Kazanidis et al. 2018),
- *Weltbürgerschaft*: Zusammenarbeit in Teams mit Partnerinnen und Partnern aus verschiedenen Kulturen,
- *selbstgesteuertes Lernen*: Eigenverantwortung für das eigene Lernen, Kontrolle der Lernenden über den Lernprozess, Coaching beim Lernen, Vielfalt der Lernszenarien, der Lernsettings und der Lernräume (Mitra 2020; Bastian 2017; Dolan et al. 2013; Czerwionka et al. 2009; Stark et al. 2003; Stang 2016).

Erpenbeck und Sauter verweisen auf die Bedeutung dieser Rahmenbedingungen des Lernens für die Kompetenzentwicklung.

Kompetenzentwicklung erfordert einen radikalen Wandel in den Schulen zu einer Architektur der Erlebnisorientierung, auch im Bereich des Wissensaufbaus und der Qualifizierung. Dies hat auch weitgehende Konsequenzen für die Schulräume. Räume der Begegnung und Interaktion sind so zu gestalten, dass diese sich didaktisch rechtfertigen. (Arnold, 2015) Es werden offene Kommunikationsbereiche benötigt, die flexibel gestaltet werden können und die überall und jederzeit die Möglichkeit für alle Schüler bieten, auch die soziale Lernplattform zu nutzen. Das traditionelle Klassenzimmer öffnet sich. Die *quadratische Kiste*, in der der Lehrer den Raum dominiert, genügt nicht den Ansprüchen selbstorganisierten, erlebnisorientierten Lernens. Neben Cafeteria und Aula werden Klassenzimmer, Gruppenräume, Arbeitsbereiche für Schüler und Lern tandems sowie Freiluftbereiche benötigt. Es werden offene, aber überschaubare Einheiten aus beispielsweise 60 bis 120 Schülern gebildet, die in Gruppen wechselnder Größe oder auch still für sich arbeiten können. (Erpenbeck/Sauter 2016, 60, H. i. O.)

Als pädagogisches Konzept zur Kompetenzentwicklung in kompetenzorientierten Lernarrangements fordern Erpenbeck und Sauter eine Ermöglichungsdidaktik,

die zum Ziel hat, den Lernenden alles an die Hand zu geben, damit sie ihre Lernprozesse problemorientiert und selbstorganisiert gestalten können. [...] Es muss eine integrative Bildung innerhalb eines *Ermöglichungsrahmens* angestrebt werden, deren Ziel nicht die *Vermittlung* von Wissen oder die *Erzeugung* von Kompetenzen, sondern die Ermöglichung von Kompetenzentwicklung ist. (Arnold, 2012a) Die Ermöglichungsdidaktik ist die Antwort auf die wirtschafts- und bildungspolitisch propagierte Forderung nach *lebenslangem Lernen*. (Erpenbeck/Sauter 2016, 107–108, H. i. O.).

Schule in der Kultur der Digitalität

Probleme der Schule des Industriezeitalters

Da die Entwicklung der 21st Century Skills für das Leben und Arbeiten im 21. Jahrhundert von so enormer Bedeutung ist, müssen diese Kompetenzen besonders in der Schule erworben und eingeübt werden. Die Frage ist nur wie, denn Kompetenzentwicklung lässt sich nicht durch das Durcharbeiten eines Buches, das Ausfüllen von Arbeitsblättern oder irgendwelche Formen von Instruktion erwerben.

Herkömmliche Bildungsmaßnahmen in Form von Unterricht, Vorlesung oder Seminaren haben in der Regel nur ein geringes oder gar kein Potenzial, um kontinuierliches Lernen und Kompetenzentwicklung zu fördern, da sie ein selbstmotiviertes und -organisiertes Lernen meist ihr verhindern. (Erpenbeck/Sauter 2016, 106)

Vor dem Hintergrund der hier beschriebenen grundlegenden Veränderungen ist es notwendig, am System Schule nicht einzelne Rädchen zu verstellen, sondern Schule als System insgesamt vollkommen neu zu denken. So fordert auch Luga eine radikale Veränderung des Bildungssystems, wenn er schreibt:

Das System (Industrie-)Schule lässt sich wie folgt mit den sieben „G-Parametern“ umschreiben: Alle gleichaltrigen Kinder sollen bei den gleichen Lehrenden, mit den gleichen Lehrmitteln, im gleichen Tempo, das gleiche Ziel, zur gleichen Zeit, gleich gut erreichen. Dieses System ist zutiefst innovationsfeindlich, da es nahezu unmöglich ist, auch nur einen Parameter zu verändern, ohne das System als Ganzes zu destabilisieren. Jeder noch so kleine Eingriff – zum Beispiel jahrgangsübergreifender oder fächerübergreifender Unterricht, Lernbüros, Projektunterricht, offene Lernlandschaften, Lehrerraumprinzip oder Umstellung auf 60-Minuten-Taktung der Stunden – bedarf der Überwindung von langwierigen, mühseligen und bürokratischen Schwierigkeiten innerhalb der Schule, aber auch mit außerschulischen Stellen. (Luga 2020, 155, H. i. O.)

Auch die *Strategie Bildung in der digitalen Welt* der Kultusministerkonferenz (KMK) betont die Veränderungen für Schulen und verweist auf die damit verbundenen Möglichkeiten.

Die Digitalisierung unserer Welt wird hier im weiteren Sinne verstanden als Prozess, in dem digitale Medien und digitale Werkzeuge zunehmend an die Stelle analoger Verfahren treten und diese nicht nur ablösen, sondern neue Perspektiven in allen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Bereichen erschließen, aber auch neue Fragestellungen z. B. zum Schutz der Privatsphäre mit sich bringen. Sie ist für den gesamten Bildungsbereich Chance und Herausforderung zugleich. Chance, weil sie dazu beitragen kann, formale Bildungsprozesse – das Lehren und Lernen – so zu verändern, dass Talente und Potentiale in-

dividuell gefördert werden; Herausforderung, weil sowohl die bisher praktizierten Lehr- und Lernformen sowie die Struktur von Lernumgebungen überdacht und neu gestaltet als auch die Bildungsziele kritisch überprüft und erweitert werden müssen. Herausforderung aber auch, weil dafür infrastrukturelle, rechtliche und personelle Rahmenbedingungen zu schaffen sind. (KMK 2016, 8).

Was bedeutet dies nun alles für die Schule im 21. Jahrhundert? Zum einen muss Schule auf die Welt und Kultur der Digitalität vorbereiten und zu einem kritischen, konstruktiven Umgang mit den großen Herausforderungen anleiten, zum anderen muss sie Kinder und Jugendliche in ihrer Einzigartigkeit und Individualität stärken und ihnen ermöglichen, eigene Begabungen zu erkennen und zu entwickeln. Sie muss ihnen zudem helfen, mit Komplexität angemessen umzugehen, das heißt auch mit Unsicherheiten, Vielfalt, Paradoxien, mit Menschen unterschiedlichster Hintergründe und Voraussetzungen.

Dass man dies nicht durch Auswendiglernen, Arbeitsblätter, Lehrbücher lernt, liegt auf der Hand. Der Umgang mit Komplexität wird durch den Umgang mit Komplexität erlernt, Interdisziplinarität wird durch interdisziplinäres Arbeiten erlernt, Vielfalt wird durch eine Vielfalt an Möglichkeiten positiv wahrgenommen und Individualisierung (Breidenstein 2014) ist nur dann möglich, wenn der/die Einzelne Möglichkeiten und Chancen hat, seine besonderen Eigenschaften und Gaben weiterzuentwickeln.

In diesem Sinne sollte Schule die Welt in einer Art Versuchslabor abbilden, einem geschützten Raum, in dem das Leben im 21. Jahrhundert eingeübt werden kann.

Pädagogik für das 21. Jahrhundert

Anlässlich der oben beschriebenen Anforderungen stellt sich nicht nur die Frage nach grundlegenden Veränderungen von Schule als Institution, sondern auch nach einer angemessenen Pädagogik.

Dass diese nicht vollkommen neu sein muss, liegt auf der Hand und es ist offensichtlich, dass viele handlungsorientierte pädagogische Konzepte sehr gut für eine Schule im 21. Jahrhundert geeignet sind. Die Reformpädagogik bietet eine Fülle von pädagogischen Anregungen (Idel/Ullrich 2017; 2014) und Vorbildern, und ihre Prinzipien sind heute wieder hochaktuell, wie Herrmann darstellt:

Die wichtigsten damaligen, bis heute gültigen Einsichten in erfolgreiches Lehren und Lernen, von der Neuropsychologie und Neurobiologie des Lernens glänzend bestätigt, lauteten daher schon vor mehr als 200 Jahren: Die Kinder und Schüler/innen müssen ihrer Neugier, ihren Interessen nachgehen können, weil sie dann aus eigenem Antrieb entdecken und erkunden und auf diese Weise nachhaltig lernen.

Bei ihrer explorierenden Lernarbeit muss es weitgehend ihnen überlassen bleiben, was sie sich aneignen wollen; denn nur dasjenige, was sie interessiert, fesselt sie (auch über Fehler und Misserfolge hinweg), und nur dasjenige, was für sie Bedeutung hat, behalten sie auch.

Lernen beruht auf Selbsttätigkeit. Gelernt wird, was getan wurde, am besten mit viel Selbständigkeit und Selbstverantwortlichkeit.

Als Lernarbeits-Anreiz muss eine echte Aufgabe, eine Interesse weckende Herausforderung bestehen, die – und das ist wichtig! – bewältigbar ist und subjektiv Sinn macht.

Anforderungen müssen individuell zugemessen werden: Unterforderung bewirkt Lernverdruss durch Langeweile, Überforderung mindert Lernfähigkeit durch Stress oder bewirkt durch fortgesetzte Misserfolge Lernunwilligkeit.

Es dürfen keine Entmutigungen eintreten bei einem Versuch, etwas zu bewältigen bzw. ein Problem zu lösen, auch wenn der Versuch misslingen mag; jeder Versuch sollte von positiven Gefühlen der Erfolgszuversicht begleitet sein.

Es muss viel wiederholt und geübt werden für Sicherheit und Erfolgsgewissheit: „Übung macht den Meister“ heißt es bekanntlich, nicht Intelligenz. (Herrmann, 2021, 81–82, H. i. O.)

Die reformpädagogische Schule ist ein Lebens- und Erlebnis-, ein Erfahrungs- und Arbeitsraum. Sie muss sich nicht erst „dem Leben öffnen“, weil sie selber Leben erfahrbar macht in der Vielfalt der schulischen Möglichkeiten der Selbsterfahrung, Selbstentwicklung und Selbstfindung der Schüler/innen. (Herrmann, 2021, 82, H. i. O.)

Bei allen Ähnlichkeiten aktueller moderner pädagogischer Konzepte mit Reformpädagogik darf man nicht übersehen, dass die Welt vor 100 Jahren große Unterschiede zur aktuellen Welt aufweist.

So hat die OECD in einer Übersicht das aus dem Industriezeitalter kommende Bildungssystem mit dem der digitalen Welt verglichen und macht damit deutlich, dass sich nicht nur die Welt massiv verändert hat, sondern auch das Bildungssystem einer rapiden Veränderung bedarf (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Die neue Normalität in der Bildung (OECD 2019, 17; Originalquelle: Schleicher 2018).

Merkmale	Herkömmliches Bildungssystem	Bildungssystem, das die „neue Normalität“ verkörpert
Bildungssystem	Das Bildungssystem ist eine unabhängige Entität .	Das Bildungssystem ist Teil eines umfassenderen Ökosystems .
Verantwortung und Engagement der Akteure und Akteurinnen	Entscheidungen werden von einer ausgewählten Personengruppe getroffen und daher wird diese für die getroffenen Entscheidungen als verantwortlich und rechenschaftspflichtig angesehen. Arbeitsteilung (Schulleiterinnen/Schulleiter verwalten die Schulen, Lehrkräfte unterrichten, Schülerinnen/Schüler hören den Lehrkräften zu und lernen.)	Gemeinsame Entscheidungsfindung und Verantwortung der Interessenträger , einschließlich Eltern, Arbeitgeber, Gemeinden und Gemeinschaften sowie Schülerinnen und Schüler Gemeinsame Verantwortung (Alle arbeiten zusammen und übernehmen Verantwortung für die Bildung der einzelnen Schülerinnen und Schüler, und diese lernen ebenfalls, Verantwortung für ihr eigenes Lernen zu übernehmen.)
Ansatz zur Effizienz und zur Qualität der schulischen Erfahrung	Die Ergebnisse werden am meisten wertgeschätzt (Leistungen und Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler werden als Indikatoren genutzt, um die Systeme hinsichtlich der Rechenschaftspflicht und für Systemverbesserungen zu bewerten). Fokus auf akademische Leistungen	Nicht nur „Ergebnisse“, sondern auch „Erfahrungen“ werden wertgeschätzt (zusätzlich zu den Leistungen und Ergebnissen der Schülerinnen und Schüler wird anerkannt, dass auch ihre Lernerfahrungen an und für sich einen intrinsischen Wert haben). Fokus nicht nur auf akademische Leistungen, sondern auch auf das ganzheitliche Wohlergehen der Schülerinnen und Schüler
Ansätze der Curriculumgestaltung und des Aufbaus des Lernens	Linearer und standardisierter Aufbau (Das Curriculum wird anhand eines standardisierten linearen Modells der Lernfortschritte entwickelt.)	Nicht linearer Aufbau (der anerkennt, dass die einzelnen Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Lernwege haben und mit unterschiedlichem bereits erworbenem Wissen, mit Skills und Haltungen ausgestattet sind, wenn sie mit der Schule beginnen)
Fokus auf Überwachung	Wertschätzung von Rechenschaftspflicht und Regeleinhaltung	Rechenschaftspflicht, aber auch Systemverbesserungen (z. B. kontinuierliche Verbesserungen durch häufiges Feedback auf allen Ebenen)
Bewertung der Schülerinnen und Schüler	Standardisierte Tests	Unterschiedliche Arten von Bewertungen für unterschiedliche Zwecke
Rolle der Schülerinnen und Schüler	Lernen, indem die Schülerinnen und Schüler den Lehrkräften und ihren Anleitungen folgen, und sich daraus entwickelnde Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler	Aktive Teilnehmende mit Student Agency und Co-Agency , d. h. Schülerinnen und Schüler mit eigenständiger Handlungs- und Gestaltungskompetenz und Unterstützung durch ihre Umgebung, vor allem durch ihre Lehrkräfte (<i>Teacher Agency</i>)

Konzepte der Pädagogik für das 21. Jahrhundert

Zudem gibt es verschiedene Konzepte für eine Pädagogik für das 21. Jahrhundert. Für den amerikanischen Pädagogen Alan November ist die Schule im 21. Jahrhundert eine *Digital Learning Farm* (November 2012), ein Ort, an dem die Lernenden wie früher vor der Industrialisierung die Kinder auf einer Farm authentische Erfahrungen sammeln konnten, ihren Beitrag für die Gemeinschaft leisteten, ein Teil der Gemeinschaft waren und vielfältiges Feedback erhielten. In Novembers Konzept wird durch die Autonomie und Selbstbestimmung der Lernenden ihre in-

trinsische Motivation massiv gefördert. Das Lernen zu lernen steht im Vordergrund und die Schülerinnen und Schüler setzen sich in ihrer forschenden Tätigkeit mit Inhalten auseinander, die weit über die vorgegebenen Anforderungen hinausgehen. Um dies zu ermöglichen, definiert November eine Lernumgebung, die aus drei Elementen besteht:

1. aus der Förderung und Stärkung der Autonomie der Schülerinnen und Schüler durch das Übertragen von Verantwortung und ihre aktive Einbeziehung in die Organisation von Unterricht und Schule,
2. das Erstellen von Informationsprodukten und Lehrmaterialien für ein weltweites Publikum und
3. das Kreieren einer Gemeinschaft, in der man sich gegenseitig unterstützt und Beiträge liefert.

Für November werden Schülerinnen und Schüler auf der *Digital Learning Farm* zu Gestaltern oder Produzenten von Lernmaterialien, zu Erstellern von kollaborativen Notizen, zu Forschern und zu Persönlichkeiten, die global aktiv sind. Für November sind zwei Merkmale des Lernens die wesentliche Voraussetzung für dessen Erfolg: die eigene Verfügung (ownership) über den Lernprozess und dessen Rahmenbedingungen sowie die Sinnhaftigkeit (*purpose*) des eigenen Tuns in der Schule.

The Digital Learning Farm model changes the culture of learning, giving students much more responsibility by encouraging them to be collaborators, contributors, and researchers. [...] Technology is used as a transformational tool to change the culture of Teaching and learning. (November 2012, 14–15)

Tab. 2: Vergleich Traditionelles Modell von Bildung mit Digital Learning Farms (angelehnt an: November 2012, 15).

Traditionelles Modell von Bildung	Digital Learning Farm
für alle vorgegebene Aufgaben und Themen	die einzelnen Lernenden definieren ihre konkreten Aufgaben selbst
eine Person als Publikum: der Lehrer	ein weltweites Publikum (Internet)
Belohnung bzw. Bestrafung sind extern (in Form einer Note)	Es gibt Möglichkeiten zur intrinsischen Belohnung.
extrinsische Motivation	intrinsische Motivation
jeder Lerner arbeitet primär für sich	Alle Lerner unterstützen sich gegenseitig und leisten wertvolle Beiträge für die Weltgemeinschaft.
Die Herausforderung ist zu wissen, wie man sich belehren lässt.	Die Herausforderung ist das Lernen zu lernen.

Tab. 2 fortgesetzt

Traditionelles Modell von Bildung	Digital Learning Farm
Die Grenzen des Lernens ist das Wissen des Lehrers.	Die Forschung und Exploration der Lerner geht über das Wissen des Lehrers hinaus.
Das Curriculum wird unabhängig vom individuellen Lernfortschritt/Lernstand „durchgezogen“.	Es gibt unterschiedliche Wege zum Lernerfolg.
Lerner hängen von der Unterstützung durch Lehrer ab.	Lerner hängen von der Unterstützung durch Lehrer und der Klassengemeinschaft ab.
Eltern erfahren recht wenig über die Aktivitäten in der Schule.	Die Eltern bekommen vielfältige Einblicke in den Lernprozess ihrer Kinder.
Der falsche Einsatz von Technologie verstärkt die Industriekultur des Lernens.	Technologien werden als transformierende Werkzeuge eingesetzt, um die Kultur des Lehrens und Lernens zu verändern.

Der indische Pädagoge Sugata Mitra, der durch seine Experimente (*Hole in the Wall*) zu Selbstlernkompetenzen von Kindern in Indien und anderen Orten der Welt bekannt geworden ist⁴, entwickelte das Konzept der *Self-Organised Learning Environments* (SOLE), bei dem Lernumgebungen, vor allem Räume und Technologien zur Verfügung gestellt werden, damit Kinder und Jugendliche sich eigenständig mit Hilfe des Internets und anregender Fragen und Aufgabenstellungen mit Themen und Phänomenen auseinandersetzen können, und zwar mit einer minimalen Unterstützung durch Lehrerinnen und Lehrer. Mitra versucht nachzuweisen, dass Kinder mit Hilfe des Internets und herausfordernder Aufgabenstellungen nahezu jeden Inhalt eigenständig lernen können⁵. Mitras Projekt *School in the Cloud* startete 2013 mit der ersten Schule im United Kingdom (UK)⁶, der bald weltweit weitere Schulen folgten.

In ihrem Handbuch *Kompetenzentwicklung im Netz. Bausteine einer neuen Lernwelt* definieren Erpenbeck und Sauter die folgenden Merkmale zukünftiger Bildungssysteme:

Künftiges Lernen ist vor allem *selbstorganisierte Kompetenzentwicklung* und findet fraglos in und mit dem *Netz* statt. Das Netz ist einer der wichtigsten sozialen Räume künftiger Kompetenzentwicklung.

Bildungsziele müssen die Fähigkeiten zum selbstorganisierten, kreativen, physischen und geistigen Handeln, zur selbstorganisierten Bewältigung von Herausforderungen werden.

Die didaktische Gestaltung des Lernens, weg von einer Belehrungsdidaktik hin zu einer *Ermöglichungsdidaktik*, die *selbstorganisiertes Lernen* in allen Bildungsbereichen ermöglicht,

⁴ <https://novakdjokovicfoundation.org/child-driven-education/>.

⁵ <https://startsole.org/about/>.

⁶ <https://blog.ted.com/the-first-school-in-the-cloud-opens/>.

gewinnt mehr und mehr Vorrang. Wissensaufbau, Qualifizierung und Kompetenzentwicklung werden in die *Eigenverantwortung der Lerner* übertragen.

Bildungsinstitutionen konzentrieren sich zunehmend auf die Gestaltung von *Ermöglichungsrahmen* für die Bildungsprozesse sowie die Lernbegleitung und die Gestaltung der notwendigen Veränderungsprozesse, ansonsten gehört alle Macht den Lernern und ihren Lernbegleitern sowie den Schulen, Hochschulen und Bildungsanbietern, die innerhalb der Vorgaben den Lernrahmengestalten und Lernprozesse ermöglichen.

Die Bewertung von Lernleistungen fordert nicht mehr, viel zu wissen, sondern Wissen zur Lösung von Herausforderungen methodisch sinnvoll nutzen zu können. (Erpenbeck/Sauter 2017, 2, H. i. O.)

Erpenbeck und Sauter verweisen auch darauf, dass dieser *Paradigmenwechsel* vieles von dem infrage stellt, was die heutigen Bildungssysteme in Schule, Hochschule und Unternehmen prägt, aber sie sehen diese Veränderungen als absolut notwendig an (Erpenbeck/Sauter 2016).

Stang spricht von der Herausforderung eines „atmenden Bildungssystems“, dass sich an die gesellschaftlichen Herausforderungen anpassen sollte und in dem alle Bildungsakteurinnen und -akteure eingebunden sind, eben auch Schulen (Stang 2016, 188–204).

Orientiert am Manifesto for Agile Software Development⁷ stellt die *Agile Schulentwicklung* die Schule im 21. Jahrhundert in Abgrenzung zur Schule des Industriezeitalters wie folgt dar:

Selbstverantwortliche Schülerinnen und Schüler und ihre Interaktionen sind wichtiger als das kleinschrittige Befolgen einer Instruktion.

Lernen aus Erfahrung und schnelle Erfolge sind wichtiger als Vorabfundierung bis ins letzte Detail.

Erkunden und Ausgestalten eines gemeinsamen Ziels sind wichtiger als das penible Einhalten von Vorgaben.

Kreativität und Reagieren auf Gelerntes sind wichtiger als das Befolgen eines starren Plans. (Brichzin et al. 2019, 28)

Und Philippi benennt als Elemente der Schule im digitalen Zeitalter:

- das individualisierte und kollaborative Arbeiten,
- den kompetenzorientierten Lernerfolg,
- die Partizipation und das Feedback,
- die flexible Adaption und kreative Gestaltung.⁸

⁷ <http://agilemanifesto.org>.

⁸ <https://www.eduagile.de/>.

Die New Learning Initiative der FU Hagen fordert 2021 „ein grundlegend neues Verständnis vom Lernen“ (Fernuni Hagen 2020, 2), das sich unter anderem durch folgende Merkmale ausdrückt:

- Die Lerner stehen im Mittelpunkt, werden individuell gefördert und in ihrem flexiblen selbstbestimmten Lernprozess unterstützt.
- Die Rollen aller Beteiligten werden neu gedacht.
- Lernen findet stets in Vernetzungen statt, Grenzen zwischen Bildungsinstitutionen werden aufgehoben.
- Lernerfolge werden an individuellen Zielen gemessen.
- Technologie wird als Chance angesehen, ohne die Risiken zu ignorieren.
- Medien- und Informationskompetenzen werden massiv gefördert. (Hagen 2021)⁹

MODERN LEARNING STRATEGIES

1. DIALOGIC RESPONSE

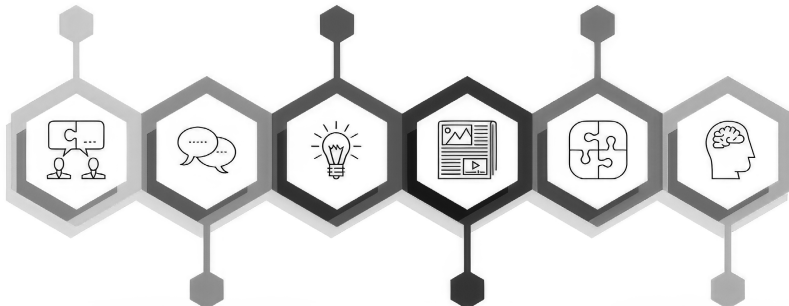
Learning is a conversation—whether personal, local, and direct, or more general, global, and digitally-based

2. ABSTRACTION & CREATIVITY

Creativity isn't just art and whimsy, but the overlap between the macro thinking and micro details to solve the challenges of daily living

3. PLAY

This is the opposite of compliant response to teacher-centered environments. During play, learners freely experiment, take risks, show ambition, follow curiosity, and take risks to create, design, evolve, and connect in ways that are otherwise impossible under compulsion



4. COMMUNITY INTERACTION

Communities—including local physical communities, and digital, niche communities—nurture relationships and frame content

5. MEDIA LITERACY

Digital media evolves constantly. This makes not simply “keeping up,” but grasping the nuance of platform critical

6. SELF-DIRECTED LEARNING

Play is a big part of self-directed learning, but more broadly can include academic response, project-based learning, game-based learning, and other “school-like” learning forms while students hold themselves and one another accountable to their own criteria of quality

A Terry Heick model



Abb. 3: Modern Learning Strategies¹⁰.

⁹ <https://www.fernuni-hagen.de/universitaet/hagener-manifest/index.shtml>.

¹⁰ <https://www.teachthought.com/the-future-of-learning/6-channels-of-21st-century-learning/>.

Terry Heck, der Gründer von *TeachThought* fordert in einem Blog-Beitrag in *Education Survey*¹¹ eine Schule, die moderne Lernstrategien (Modern Learning Strategies) fördert (siehe Abbildung 3), die aus

- dem dialogischen Lernen,
- der Förderung von Kreativität und reflektierendem Denken,
- spielerischen Elementen,
- dem Lernen und der Interaktion in der Gemeinschaft,
- der Medienkompetenz und
- dem selbstgesteuerten Lernen bestehen.

Die Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über beide Schulformen im Vergleich.

Tab. 3: Vergleich Schule im Industriezeitalter / Schule im digitalen Zeitalter (Thissen 2015).

	Schule im Industriezeitalter	Schule im digitalen Zeitalter
Paradigma	Alle haben dasselbe Lerntempo	Individualisiertes Lernen
	Ein Schüler ist dann gut, wenn er in allen Fächern gut ist.	Stärken und Schwächen jedes Einzelnen werden erkannt und gezielt gefördert bzw. ausgeglichen.
	Lehren	Lernen
	Schule bereitet auf das Leben, die Ausbildung und den Beruf im Industriezeitalter vor.	Schule bereitet auf das Leben, die Ausbildung und den Beruf im 21. Jahrhundert vor.
Denken	Low-level (Konzentration auf reproduzierbare Fakten)	High-level (fächerübergreifend, komplex)
Lernziele	Tendenziell Reproduktion von Fakten	Verstehen komplexer Sachverhalte, Problemlösen, 21. Century Skills
Schulorganisation	Hierarchisch	Flache Organisationsstruktur, basisdemokratisch
	Aufteilung nach Alter	Zusammenarbeit von jüngeren und älteren Schülern, ältere Schüler als Tutoren und Coaches, gemeinsame Projekte
	Aufteilung nach Entwicklungsstand nach 4. Klasse	Durchgängige Schule
	Klasse und Jahrgangsstufe	Projektgruppen
Unterrichtsorganisation	Feste Lerneinheiten (45 oder 90 Minuten)	Flexible Lerneinheiten

¹¹ <https://www.ifo.de/en/survey/ifo-education-survey>.

Tab. 3 fortgesetzt

	Schule im Industriezeitalter	Schule im digitalen Zeitalter
	Feste Pausen	Pausen nach Bedarf
	Aufteilung in Fächer	Fächerübergreifendes Lernen
	Ein Lehrer pro Klasse	Ein oder mehrere Lehrer betreuen eine oder mehrere Arbeitsgruppen
	Vorgegebener fester Zeittakt nach Curriculum	Freie Zeiteinteilung, Orientierung und Zielvorgaben
	Erzählen und Fragen stellen	Erarbeiten von Inhalten anhand von komplexen Aufgabenstellungen durch die Schüler
	Lernen und abfragen (Bulimie-Lernen)	In der Anwendung lernen
Raum	Ein Klassenzimmer pro Klasse	Großes Angebot an Lernräumen für unterschiedliche Aufgaben (Gruppenarbeit, Einzelarbeit, Entspannung, Präsentation, Ausstellung, Opens Space, Sport etc.)
	Wenig Kontakt zur Außenwelt	Mit der Außenwelt vernetzt, Lernräume auch außerhalb der Schule
	Feste Stühle und Bänke, Ausrichtung im Klassenzimmer zur Tafel und dem Lehrer	Flexibles, verstellbares Mobiliar, Sitzcken, Flipcharts, Chill-Ecken, Kreativlabore, Makerspace
Materialien	Stift und Heft, Tafel, Videos	Tablets, Beamer, Monitore, Flipcharts, Pinnwände
	Schulbücher und Kopien von Materialien, Bücher und Arbeitsblätter	Digitale interaktive Schulbücher, Internetquellen
Rollen	Lehrer organisiert den Unterricht	Schüler organisieren sich in Gruppen selbst
	Konkurrenzsituation	Kooperation
Erfolgskriterien	Benotete Klassenarbeit, Prüfungen, Tests, mündliche Mitarbeit	Selbsteinschätzung, Feedback durch Lehrer, Tutoren und Peers

Elemente der Pädagogik für das 21. Jahrhundert

Im Folgenden werden nun einzelne Elemente der modernen Schule kurz skizziert.

Schule als Ermöglichungsraum

Während die Schule des Industriezeitalters in ihren Strukturen und ihrem Aussehen (Gebäude, Räume, Klassen, Hierarchien) durch die Merkmale und Denksysteme dieses Zeitalters geprägt war, in dem Standardisierung (Ritzer/Vogel 2006) das primäre Ziel zur Organisation war¹², muss eine dem digitalen Zeitalter angemessene Schule über andere Merkmale verfügen:

- ein hohes Maß an Flexibilität,
- ein hohes Maß an Vielfalt und Möglichkeiten,
- Vernetzung als Konzept,
- Partizipation aller Beteiligten.

Schule wird damit zu einem Ermöglichungs- und Erkundungsraum (Arnold 2003; Schüller 2003), einem Ort, an dem vielfältige Erfahrungen gemacht werden können, sowohl einzeln als auch in der Gruppe sowie mit Partnerinnen und Partnern, an dem erprobt werden kann, reflektiert werden kann und es vielfältiges Feedback gibt, mit dessen Hilfe sich die Beteiligten weiterentwickeln können. Schule ist in diesem Konzept auch ein Labor, ein Versuchsraum mit hoher Flexibilität, vielfältigen Möglichkeiten und vielfältigen Wegen der Auseinandersetzung mit Phänomenen unterschiedlichster Art mit einer Fehlerkultur und einer Kultur des *Design Thinkings* (Brown 2008; Brown/Wyatt 2015; Allert et al. 2011).¹³

Der Hirnforscher Gerald Hüther beschreibt das Konzept von Schule folgendermaßen:

Eigentlich braucht jedes Kind drei Dinge: Es braucht Aufgaben, an denen es wachsen kann, es braucht Vorbilder, an denen es sich orientieren kann und es braucht Gemeinschaften, in denen es sich aufgehoben fühlt.¹⁴

Emotionen

Die Bedeutung von Emotionen für die menschliche Kognition wurde lange Zeit unterschätzt oder die Emotion gar der Kognition gegenübergestellt (Descartes). Durch neuere Erkenntnisse der Hirnforschung und die Arbeiten vor allem von Damasio (Damasio 1999; 2003), Ciompi (Ciompi 1988; 1997) und LeDoux (LeDoux/Griese 2004) hat sich in den letzten Jahrzehnten das Verständnis der Bedeutung der menschlichen Emotionen stark gewandelt. Während lange Zeit die Vorstel-

¹² https://www.ted.com/talks/sugata_mitra_build_a_school_in_the_cloud.

¹³ Vgl. auch das Konzept von Bill Rankin: <https://www.youtube.com/watch?v=sSPA641oc5Q>.

¹⁴ <https://kinderzeit-gutezeit.de>.

lung von Descartes überwog, dass Emotion und Kognition Gegensatzpaare seien, wurde nun zunehmend deutlich, dass Denken ohne Emotionen gar nicht möglich ist. So konnte Damasio nachweisen, dass Patientinnen und Patienten, deren emotionales System (limbisches System) geschädigt war, auch nicht mehr in der Lage waren, rational angemessen zu handeln. Das bekannteste Beispiel hierfür ist der Fall Phineas Gage.

Zudem beschreibt Damasio Emotionen als somatische Marker (*somatic marker hypothesis*), die gewonnenen Erfahrungen positiv oder negativ belegen, um in vergleichbaren Situationen eine rasche Beurteilung bereit zu haben (Damasio 1996). Auf positive Erfahrungen in besonderen Situationen reagiert das Gehirn in ähnlichen Situationen zugewandt, während es bei Situationen, in denen negative Emotionen abgespeichert wurden, Vermeidungsstrategien aktiviert.

So dienen Emotionen nicht nur der Einordnung, sondern wirken auch entscheidend bei der Speicherung im Langzeitgedächtnis mit. Es gilt also in der Schule positive Zugänge zu Themen zu ermöglichen, um eine nachhaltige Auseinandersetzung und komplexe Lernprozesse zu ermöglichen.

Pekrun und Jerusalem konnten nachweisen, dass zwischen positiven Emotionen und Lernleistungen ein enger Zusammenhang besteht (Pekrun/Jerusalem 1996; Pekrun 1992). Sie definieren eine theoretische Taxonomisierung leistungsrelevanter Emotionen, in der sie zwischen aufgabenbezogenen und sozialen Emotionen unterscheiden.

Sie fordern die Förderung *positiver Emotionen*, den

neben günstigen Effekten auf eine kreative Informationsverarbeitung dürften positive Emotionen wie Lernfreude, Spaß an der Herausforderung durch eine Prüfung oder Hoffnung auf einen Erfolg auch positive Effekte auf Motivation ausüben (wobei Aktivierungen emotionskongruenter, motivationsstiftender positiver Lern- und Leistungskognitionen eine wesentliche Rolle spielen könnten). Günstige Einflüsse lassen sich insbesondere für handlungs- oder gegenstandsorientierte, intrinsische Motivation annehmen. Eine wesentliche Variante solcher Motivation ist Motivation aufgrund von Interesse an Lerngegenstand bzw. Aufgabenstellung. Interesse und positive lernbezogene Emotion sind begrifflich so eng benachbart, daß Freude an bestimmten Lerngegenständen in manchen theoretischen Konzeptionen als Bestandteil von lernbezogenem Interesse aufgefaßt wird. (Pekrun/Jerusalem 1996, 12)

Im Gegensatz dazu

dürften Emotionen wie *Angst oder Ärger* deutlich aufmerksamkeitsreduzierende Effekte und damit negative Wirkungen auf alle diejenigen Leistungen ausüben, die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses beanspruchen. Wesentlich für Lernleistungen sind dabei nicht nur negative Emotionseffekte in der Phase des Erbringens von kognitiven Leistungen (also z. B. in Prüfungen), sondern auch in den vorbereitenden Lernphasen (vgl. Covington & Omelich, 1987). Neben solchen Aufmerksamkeitseffekten kann es zu einer Reduktion intrinsischer Motivation kommen: Zumindest im oberen Intensitätsbereich sind negative Emotionen mit

Lernfreude nicht kompatibel und dürften deshalb das Interesse an Lerngegenständen und -handlungen reduzieren. Insgesamt aber sind die Motivationsfolgen solcher Emotionen komplexerer Art, was man sich am Beispiel von Angst leicht klarmachen kann. Angst motiviert grundsätzlich zur Vermeidung einer bedrohlichen Situation bzw. zur Flucht aus dieser Situation. Im Leistungsbereich handelt es sich dabei vor allem um befürchtete Mißerfolgssituationen. (Pekrun/Jerusalem 1996, 12, H. i. O.)

Emotionen wie Langeweile oder Hoffnungslosigkeit stehen

einer tieferen Informationsverarbeitung [... entgegen], ebenso wie aktivierende negative Emotionen Aufmerksamkeit von der Aufgabenbearbeitung abziehen (z. B. durch Tagträumen bei Langeweile) und sowohl intrinsische wie extrinsische aufgabenbezogene Motivation reduzieren. Mithin dürften die Effekte auf Lernen und Leistung durchweg negativer Art sein. (Pekrun/Jerusalem 1996, 13)

Aus diesen Gründen sollten in Schulen Kontexte geschaffen werden, die die Entstehung von positiven Emotionen wie Neugier, Begeisterung, Freude, Vergnügen fördern und die von negativen Emotionen verhindern oder die Lernenden beim Umgang mit diesen unterstützen.

Zudem haben Schulen einen großen Einfluss auf die emotionale Entwicklung von Kindern und Jugendlichen, denn „schools can have a significant influence on social, emotional, and academic development“ (Jones/Kahn 2017, 9) und sollten sie deshalb professionell bei ihrer emotionalen Entwicklung unterstützen.

Social, emotional, and academic development is an essential part of pre-K-12 education that can transform schools into places that foster academic excellence, collaboration and communication, creativity and innovation, empathy and respect, civic engagement, and other skills and dispositions needed for success in the 21st Century. (Jones/Kahn 2017, 9)

Denn die Förderung der sozialen und emotionalen Entwicklung stellt die Grundlage für den Erfolg von Menschen in der Gemeinschaft dar.

Integrating social and emotional development with academic instruction is foundational to the success of our young people, and therefore to the success of our education system and society at large. All children deserve the opportunity to learn the skills they need to succeed as individuals and as contributing, engaged citizens. With these guiding principles and the collective expertise and influence of the National Commission's Council of Distinguished Scientists, we are well positioned to bring about meaningful and sustainable change, placing the integration of social, emotional, and academic development at the forefront of education practice and policy. (Jones/Kahn 2017, 12)

Auch neuere Forschungen bestätigen die Bedeutung positiver Emotionen auf Lernprozesse (Baines et al. 2021b; Stark et al. 2018; Jones/Kahn 2017; Götz 2017; Hüther 2016).

Intrinsische Motivation

Neben der Förderung positiver Emotionen und der Reduktion negativer Emotionen in Lernprozessen hat auch die Motivationsforschung hilfreiche Beiträge zur Frage nach der Schulentwicklung geleistet.

Motivation als Triebfeder menschlichen Handelns ist seit den 1950er Jahren in der Psychologie ein weites Forschungsgebiet. So unterscheidet Harlow (Harlow et al. 1950) zwischen extrinsischer (von außen gesteuerter) und intrinsischer (von innen gesteuerter) Motivation und weist nach, dass intrinsisch gesteuerte Motivation zu Stärke, Ausdauer und Freude führt und „bedeutende Lerneffekte erreicht und effiziente Leistungen erbracht wurden, ohne auf besondere oder von außen wirkende Belohnungen zurückzugreifen“ (Pink 2010, 13).

Auf der Basis ihrer Forschungen zur Motivation entwickelten Deci und Ryan ihre Selbstbestimmungstheorie (*self determination theory*) (Ryan/Deci 2000), die besagt, dass intrinsische Motivation besonders dadurch gefördert wird, dass drei menschliche Grundbedürfnisse befriedigt werden:

- *Das Bedürfnis nach Kompetenz*

Unter Kompetenz wird dabei das Gefühl verstanden, effektiv auf die jeweils als wichtig erachteten Dinge einwirken zu können und entsprechend gewünschte Resultate zu erzielen. (Deci/Ryan 1993)

- *Das Bedürfnis nach Autonomie*

Autonomie bezeichnet hier ein Gefühl der Freiwilligkeit, das jedes Verhalten begleiten kann [...]; somit ist in diesem Zusammenhang darunter nicht die objektive Unabhängigkeit von anderen Personen oder sonstigen Gegebenheiten zu verstehen. (Deci/Ryan 1993)

- *Das Bedürfnis nach sozialer Zugehörigkeit*

Soziale Zugehörigkeit meint nicht nur die Bedeutung, die Andere für Einen haben, sondern auch die Bedeutung, die man selbst für Andere besitzt. (Deci/Ryan 1993)

Sie wiesen nach,

daß *hochqualifiziertes Lernen* nur durch ein vom individuellen Selbst ausgehendes Engagement erreicht werden kann. Mit anderen Worten: Effektives Lernen ist auf intrinsische Motivation und/oder integrierte Selbstregulation angewiesen. Die gleichen sozialen Faktoren, die zur Steigerung von intrinsischer Motivation und integrierter extrinsischer Motivation beitragen, sollten deshalb auch hochqualifiziertes Lernen unterstützen (Deci/Ryan 1993, 233, H. i. O.).

Der durch intrinsische Motivation erreichte Lernerfolg ist so massiv, dass diese bei der Förderung von Lernprozessen unbedingt berücksichtigt werden muss. (Deci/Ryan 1987; Ryan/Deci 2000; Deci/Ryan 1993; 2002)

In neueren Forschungen verweisen auch Stephens und Pantoja darauf, dass die intrinsische Motivation sowohl das Engagement von Lernenden als auch ihre Kommunikation massiv fördert:

It appears that students who are intrinsically motivated, actively participating in class, and have a high desire to multitask, are the students using their mobile devices in class for potentially positive communicative classroom behaviors. (Stephens/Pantoja 2016, 1)

Außerdem wird durch intrinsische Motivation ein konzeptuelles Verstehen unterstützt und die persönliche Entwicklung gefördert. „Research suggests that these processes result in high-quality learning and conceptual understanding, as well as enhanced personal growth and adjustment.“ (Deci et al. 1991, 325)

Deshalb lautet Decis Auftrag an Schulen: „Don’t ask how you can motivate others! Ask how you can create the conditions within which others will motivate themselves!“¹⁵

Diese Bedingungen fördern jedoch nicht nur die intrinsische Motivation, sondern auch die Erfahrung von Selbstwirksamkeit (*self efficacy*). Das Konzept der Selbstwirksamkeit wurde von Bandura (1977) entwickelt und besagt, dass Menschen, die erleben, dass ihr Handeln Erfolg hat und etwas bewirkt in ihrem Selbstvertrauen gestärkt werden, was dazu führt, dass sie Herausforderungen oder Probleme aktiv angehen und sehr leistungsfähig sind. Bei einem mangelnden Selbstwirksamkeitsgefühl fühlen sie Menschen durch äußere Umstände bestimmt, was sich negativ auf ihr Selbstwertgefühl auswirkt und ihre Leistungsfähigkeit nachlässt.

Zimmermann und Skrobanek haben in ihrer Studie nachgewiesen, dass Selbstwirksamkeit sowohl die Leistungsfähigkeit, als auch die Motivation und das Interesse von Lernern massiv fördern.

Als zentrales Ergebnis zeigt die vorliegende Untersuchung, dass die allgemeine Selbstwirksamkeitsüberzeugung für die Realisierungschancen des Ausbildungsplans einen relevanten Faktor darstellt. [...] Die Befunde der Untersuchung weisen entsprechend darauf hin, dass Erwartungen an die positive Wirkung der allgemeinen Selbstwirksamkeit durchaus gerechtfertigt sind, da sie Transitionen – im vorliegenden Fall die Realisierung des Plans, eine Ausbildung zu beginnen – direkt beeinflussen. Das heißt Jugendliche, die gute Voraussetzungen hinsichtlich ihrer Selbstwirksamkeit mitbringen, haben vergleichsweise höhere Chancen, in eine Ausbildung einzumünden als Jugendliche, die eine geringe Selbstwirksamkeit aufweisen. (Zimmermann/Skrobanek 2015, 369)

15 Promoting Motivation, Health, and Excellence: Ed Deci at TEDxFlourCity.YouTube <http://www.youtube.com/watch?v=VGrcets0E6I>.

Auch weitere Studien von Zimmermann (2000), Salmon und Asgari (2020), Stephens und Pantoja (2016) sowie Ryan (2016) belegen den positiven Einfluss einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung auf den Lernerfolg.

Für Nagaoka et al. (2015) sind für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen deshalb vor allem drei Dinge notwendig:

- *Agency*: die Möglichkeit, zu wählen und aktiv in einer Gemeinschaft mitwirken zu können, statt ein Produkt von Fremdbestimmung zu sein,
- *Integrated Identity*: das Gefühl einer inneren Konsistenz dessen, wer man eigentlich ist, eine integrierte Identität dient als interner Rahmen für Entscheidungen und bietet eine stabile Basis, von der aus man in der Welt handeln kann,
- *Competencies*: Fähigkeiten, Rollen effektiv auszufüllen, komplexe Aufgaben zu erledigen oder bestimmte Ziele zu erreichen. Erfolgreiche junge Erwachsene verfügen über eine Reihe von Kompetenzen (z. B. kritisches Denken, verantwortungsbewusste Entscheidungsfindung, Fähigkeit zur Zusammenarbeit), die es ihnen ermöglichen, produktiv und engagiert zu sein, sich in verschiedenen Kontexten zurechtzufinden, in unterschiedlichen Umgebungen effektiv zu arbeiten und sich an unterschiedliche Aufgaben und Anforderungen anzupassen.

Um diese drei Merkmale entwickeln zu können benötigt es vier Komponenten:

- *Self-regulation*: das Bewusstsein für sich selbst und seine Umgebung sowie die Fähigkeit, seine Aufmerksamkeit, Emotionen und Verhaltensweisen zielgerichtet zu steuern. Selbstregulation hat zahlreiche Formen, einschließlich kognitiver, emotionaler, verhaltensbezogener und aufmerksamkeitsbezogener Regulation. Selbstregulation ist eine zentrale Entwicklungsaufgabe in der frühen und mittleren Kindheit.
- *Knowledge and skills*: Wissen über sich selbst, andere und die Welt. Kompetenzen eine Aufgabe mit beabsichtigten Ergebnissen oder Zielen auszuführen. Der Aufbau von akademischem Wissen und Fertigkeiten ist eine wichtige Entwicklungsaufgabe in der frühen und mittleren Kindheit, obwohl er in allen Entwicklungsphasen stattfindet.
- *Mindsets*: Mindsets sind Überzeugungen und Einstellungen über sich selbst, die Außenwelt und die Interaktion zwischen beiden. Sie sind die Standardbrille, die Individuen verwenden, um alltägliche Erfahrungen zu verarbeiten. Mindsets spiegeln die unbewussten Vorurteile, natürlichen Tendenzen und vergangenen Erfahrungen einer Person wider. Obwohl Denkweisen formbar sind, neigen sie dazu, so lange zu bestehen, bis sie unterbrochen und durch eine andere Überzeugung oder Einstellung ersetzt werden.

- **Values:** Werte sind dauerhafte, oft kulturell definierte Überzeugungen darüber, was gut oder schlecht ist und was im Leben wichtig ist. Werte umfassen sowohl den moralischen Verhaltenskodex, den man bei täglichen Aktivitäten anwendet (z. B. freundlich sein, wahrheitsgemäß sein), als auch langfristige „Ergebnisse“ von Bedeutung (z. B. eine Ausbildung machen, eine Familie gründen, einen Beitrag zur Gemeinschaft leisten), die nicht unbedingt eine richtige oder falsche Wertigkeit haben. Werte entwickeln sich durch einen Prozess des Erforschens und Experimentierens, in dem junge Menschen ihren Erfahrungen einen Sinn geben und verfeinern, woran sie glauben. Werte sind eine wichtige Entwicklungsaufgabe während der mittleren Adoleszenz und des jungen Erwachsenenalters. (Nagaoka et al. 2015; <http://deepl.com>)

Um den Nutzen und die Relevanz des eigenen Lernens wahrnehmen zu können, ist es für November bedeutsam, die Schülerinnen und Schüler in den Prozess der Schulentwicklung, der Unterrichtsgestaltung und der Auseinandersetzung mit Lernthemen intensiv einzubeziehen, um ihnen dadurch Verantwortung zu übertragen und zugleich Gestaltungsmöglichkeiten zur bieten (November 2012, 5). Die intensive Einbeziehung der Lernenden, indem sie den Unterricht mitgestalten, Mitschülerinnen und Mitschüler unterstützen, beraten und anleiten sowie ihre Lernmaterialien selbst erstellen, führt nachweislich zu einer erhöhten Motivation, einem größeren Einsatz und einer besseren Qualität der Lernergebnisse: „they do more, they think more, and they learn more“ (November 2012, 6).

Ownership

Zur Förderung der intrinsischen Motivation beziehungsweise der Selbstwirksamkeitserfahrung und Selbstbestimmung ist ein wesentliches Element die Eigenverantwortung von Lernern. November stellt die Frage: *Who Owns the Learning?* (November 2012) und fordert, die Kontrolle und Verantwortung den Lernenden zurückzugeben und sie darin zu unterstützen, den Lernprozess aktiv zu gestalten. November spricht von einer grundlegenden Veränderung in Schule, die dadurch entsteht, dass die Schülerinnen und Schüler die Kontrolle über ihren Bildungsprozess übernehmen und ihre Lernerfahrungen selbstständig gestalten („shift of control in the education process as Students take more responsibility for designing and implementing educational experiences“) (November 2012, 18). Als größtes Hindernis für diese Veränderung beschreibt er die Schwierigkeit, die viele Lehrerinnen und Lehrer damit haben, Kontrolle abzugeben (November 2012, 368).

Auch Mitra verweist in seinen Konzepten auf die Bedeutung, die Verantwortung für das Lernen den Lernenden zu übertragen, denn auf diese Weise werden

sie nicht nur zufriedener und lernen intensiver und nachhaltiger, sie entwickeln dabei auch wichtige Kompetenzen für ihre Zukunft (Mitra 2010a; 2020; Mitra/Quirga 2000; Mitra et al. 2008).

Diese Übertragung von Verantwortung (*ownership*) führt zu einer verstärkten intrinsischen Motivation, zur Individualisierung des Lernens und zur Förderung der Individualität der Lernenden (Rose 2015).

Zudem fördert dies die *Personalisierung* des Lernens, deren Merkmale Rolff und Thünken an Anlehnung an Holmes zusammenfassen:

- die Ziele, das heißt das Bestreben, das Engagement und die Leistungen der SchülerInnen zu fördern;
- die Differenzierung, das heißt das Bestreben, die individuellen Lernbedürfnisse der SchülerInnen zu erfüllen;
- die Flexibilität das heißt die Fähigkeit sich an wechselnde Lernbedürfnisse der SchülerInnen anzupassen, und
- das variable Tempo, das heißt die Erkenntnis, dass Menschen unterschiedlich schnell vorankommen. (Holmes et al. 2018, 16; zitiert nach Rolff/Thünken 2020, 64)

Ownership der Lernenden bedeutet eine Vielfalt von Lernmöglichkeiten und Lernsettings, möglichen Aufgabenstellungen, Lernpartnerinnen und -partnern, Materialien und Lernräumen. Je größer diese Möglichkeiten sind, desto vielfältiger ist die Auswahl.

Gallin und Ruf weisen darauf hin, dass Veränderungen der Grundhaltungen von Lehrerinnen und Lehrern (Abgabe von Kontrolle, Vertrauen) (siehe Tabelle 4) auch:

Änderungen in der Grundhaltung der Schüler zur Folge [haben]. Sie sind Voraussetzung dafür, dass die Schüler eine aktive Rolle beim Erarbeiten und Ausdifferenzierung des Stoffs übernehmen und ihre Lernwege in eigener Verantwortung beschreiten können (Gallin/Ruf 1990, 20).

Tab. 4: Grundhaltungen von Schülern (Gallin/Ruf 1990, 20).

Der Schüler versteht sich als Objekt der Aktivitäten des Lehrers	Der Schüler übernimmt Verantwortung für den Lernprozess
Ich warte ab, was der Lehrer mit mir vorhat.	Ich will wissen, wie es im neuen Sachgebiet aussieht.
Ich weiß so vieles nicht, das lähmt mich.	Das, was ich weiß, ermutigt mich, weiterzuforschen.
Was will der Lehrer von mir?	Wie ist das nun mit diesem Stoff?

Tab. 4 fortgesetzt

Der Schüler versteht sich als Objekt der Aktivitäten des Lehrers	Der Schüler übernimmt Verantwortung für den Lernprozess
Was für Aufgaben muss ich lösen?	Wo habe ich Probleme? Wie soll ich sie anpacken?
Ich muss vor dem Lehrer verstecken, was ich nicht weiß und nicht kann.	Ich will dem Lehrer erklären, was ich entdeckt und begriffen habe.
Ich darf diese Regel ja nicht vergessen oder verwechseln.	Ich will wissen, wie dieses System funktioniert.
Was ich von mir gebe, darf nicht falsch sein.	Was ich von mir gebe, muss von mir untersucht und bearbeitet werden.
Hoffentlich hat niemand etwas auszusetzen an dem, was ich gesagt oder gemacht habe.	Ich will wissen, was meine Kameraden darüber denken und wie der Lehrer es sieht.

Soziale Lernformen

Neben den Möglichkeiten des individuellen Lernens ist gleichzeitig das soziale Lernen, das heißt das Lernen in der Gruppe und mit Peers sowie Partnerinnen und Partnern innerhalb und außerhalb der Schule, ein wichtiges Element des Lernens, denn die menschliche Persönlichkeit entwickelt sich stets in der dialogischen Auseinandersetzung mit einem *Du* (Buber 1997), durch Kommunikation und Interaktion und im gemeinsamen kommunikativen Austausch (Rotter 1960; Hartkemeyer 2010).

Lave und Wenger haben den Begriff der *Community of Practice* geprägt und weisen auf die Bedeutung der Teilhabe an einer sozialen Gemeinschaft hin, in der im Dialog und der Auseinandersetzung kognitive Modelle entwickelt werden können (Lave/Wenger 1991). Auch Fowler und Mayes betonen die Bedeutung von Lerngemeinschaften für die kognitive und emotionale Entwicklung (Fowler/Mayes 1999). Petillon fasst seine empirischen Befunde zum „Sozialen Lernen in der Gruppe gleichaltriger Kinder“ zusammen:

In Untersuchungen zur Perspektive der Kinder wird deutlich, dass Beziehungen zu Gleichaltrigen in der kindlichen Lebenswelt von zentraler Bedeutung sind (Petillon, 1993; Stöckli, 1997). Im Verlauf der Grundschulzeit finden sich deutliche Hinweise auf die abnehmende Orientierung an Maßstäben der Eltern und die zunehmende Bedeutung von Peers, die den Heranwachsenden notwendige Räume für ihre Entwicklung öffnen (Stöckli, 1997). Darüber hinaus verweisen andere Befunde auf die nachhaltige Wirkung sozialer Erfahrungen mit Peers für das spätere Zurechtkommen im Erwachsenenalter (vgl. Parker & Asher, 1987; Hymel et al., 1990). [...] Offene Methoden des Unterrichts sind auf soziale Kompetenzen der Kinder angewiesen und gleichzeitig ein Ort sozialen Lernen und metakognitiven Austauschs, bei dem der Weg und die Methode zur Erlangung von Wissen in den Mittelpunkt der Be-

trachtung rückt. [...] Wie Untersuchungen zeigen, kann Unterricht wesentlich an Lernqualität gewinnen, wenn die Kinder mehr Gelegenheiten zur Kooperation, zur gegenseitigen Unterstützung und zum Austausch ihrer Gedanken haben (vgl. Topping & Ehly, 1998). (Petillon 2004, 5–6)

Künkler weist darauf hin, dass Lernen, das immer in Beziehungen stattfindet, „weder als individuelles noch als soziales, sondern als *relationales Geschehen*, d. h. als ein radikales Beziehungsgeschehen“ (Künkler 2011, 25, H. i. O.) betrachtet werden sollte, um seine Dynamik zu verstehen. Auch er und betont die „konstitutive Rolle des Anderen für das Lernen“ (Künkler 2011, 25).

Soziale Formen des Lernens fördern nicht nur die Auseinandersetzung mit Themen, Herausforderungen und Inhalten, sondern bietet vielfältige Möglichkeiten der Reflektionen und des Feedbacks und es werden wichtige soziale Kompetenzen der 21st Century Skills (u. a. Kommunikation, Zusammenarbeit) entwickelt (Vygotski 1964; Florio-Hansen 2016).

Umgang mit Komplexität

Der Umgang mit Komplexität – also mit Vielfalt, Diversität, Paradoxien, unterschiedlichen Denk- und Lebensweisen –, der nach Malik die wesentliche Herausforderung für die digitale Welt darstellt (Malik 2015, 12), sollte im Zentrum aller Aktivitäten in der Schule stehen.

Das Dilemma im Umgang mit Komplexität besteht allerdings nach Vester darin,

daß wir wohl darin ausgebildet wurden, einfache logische Schlüsse zu ziehen und naheliegende Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu definieren. [...] Diese Einengung im Denken führt zu den typischen Fehlern im Umgang mit komplexen Systemen. Simple Ursache-Wirkungs-Beziehungen gibt es nur in der Theorie, nicht in der Wirklichkeit. Dort reagieren indirekte Wirkungen, Beziehungsnetze und Zeitverzögerungen, die oft eine Zuordnung der Ursachen verhindern (Vester 2002, 15).

Der Versuch, dieser Herausforderung dadurch zu begegnen, dass Komplexität reduziert wird – was eine naheliegende Konsequenz sein kann: die Schule als Rückzugsraum, als Oase in der komplexen Welt –, ist nach Malik zum Scheitern verurteilt und erzeugt das gegenteilige Ergebnis, denn

aus dieser Unfähigkeit heraus reagieren immer mehr Organisationen mit der falschen Strategie: Sie wollen Komplexität reduzieren, um weiterhin an ihrem veralteten Funktionieren festhalten zu können. Sie sehen Komplexität ausschließlich negativ. Damit verhindern sie Lösungen und tragen zur Verschärfung von Krisen bei (Malik 2015, 12).

Auch der Umgang mit Komplexität wird stets handelnd erworben. Und genau dafür muss Schule einen Rahmen schaffen, einen Container bilden, indem vielfältige Kompetenzen erworben werden und gleichzeitig die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Themen und Phänomenen, die sowohl im naturwissenschaftlichen Bereich als auch im kulturellen und ethischen Bereich stattfinden.

Auf die Schule übertragen bedeutet dies, dass Kosmetik nicht ausreicht, sondern Schule und Lernen grundsätzlich neu gedacht werden müssen, um den Anforderungen der komplexen Welt gerecht werden zu können. Dazu helfen die Auseinandersetzung mit den *Driving Questions* und Formen des kollaborativen Output-orientierten Arbeitens in Teams, wie im Folgenden aufgezeigt wird.

Herausforderungen

Eine Möglichkeit, den Umgang mit Komplexität einzuüben, ist die Auseinandersetzung mit sogenannten Phänomenen, wie es beispielsweise beim *Phenomenon Based Learning* stattfindet. Symeonidis und Schwarz beschreiben diese Art des Lernens als Aufbrechen von Unterteilungen von Fächern und Themen hin zu interdisziplinärer Erkundung von Phänomenen. „The phenomenon-based approach to teaching and learning invites us to break the boundaries of traditional subject teaching and move toward interdisciplinary explorations of phenomena.“ (Symeonidis/Schwarz 2016, 43)

Das *Phenomenon Based Learning* wurde 2016 im finnischen Schulsystem durch ein neues Curriculum eingeführt¹⁶ und soll den Schülerinnen und Schülern helfen, sich in einer komplexen Welt zurechtzufinden und vernetzt zu denken. Es basiert in der Praxis auf nachgewiesenen positiven emotionalen Erfahrungen der Zusammenarbeit und Interaktion von Lernenden in Auseinandersetzung mit komplexen Fragestellungen sowie kreativen Aktivitäten:

What phenomenon-based teaching and learning means is multi-disciplinary projects in which students work on larger themes for a given time. According to the new Core Curriculum, there should be at least one such extended period within a school year.¹⁷

Für das finnische Ministerium ist dies der Weg, den Herausforderungen der Zukunft (*challenges of the future*) in der Schule begegnen zu können:

¹⁶ <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>.

¹⁷ <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>.

In order to meet the challenges of the future, the focus is on transversal (generic) competences and work across school subjects. Collaborative classroom practices, where pupils may work with several teachers simultaneously during periods of phenomenon-based project studies are emphasised.¹⁸

Deshalb ist es wichtig, an realen Fragestellungen, Problemen und Kontexten zu arbeiten, wie beispielsweise „holistic topics like human, European Union, media and technology, water or energy“¹⁹.

Silander weist darauf hin, welch vielfältige aktivierende pädagogische Methoden diese Form des Lernens ermöglicht, denn die

Phenomenon-based structure in a curriculum also actively creates better opportunities for integrating different subjects and themes as well as the systematic use of pedagogically meaningful methods, such as inquiry learning, problem-based learning, project learning and portfolio. The phenomenon-based approach is also key in the versatile utilisation of different learning environments (e.g. in diversifying and enriching learning while using eLearning environments) (Silander 2015, 16).²⁰

Ein weiteres Konzept für das Erlernen des Umgangs mit Komplexität ist das der sogenannten *Driving Questions*, die Mitra in seinem SOLE-Projekt einsetzt. Auch die *Driving Questions* lösen einen explorativen Lernprozess in der Auseinandersetzung mit komplexen Fragestellungen aus. Statt also eine begrenzte Thematik mit Hilfe eines Lehrbuchs und Arbeitsblättern abzuarbeiten setzen sich die Lernenden mit komplexen Fragestellungen auseinander, die sie gemeinsam erarbeiten. *Driving Questions* sind zum Beispiel:

- Warum ist Chlorophyll grün?
- Wenn ein Auto mit Lichtgeschwindigkeit fährt, kann man da noch seine Scheinwerfer sehen?
- Gibt es etwas, das alle Kulturen gemeinsam haben?
- Warum schrumpelt meine Haut beim Baden?

Larmer und Mergendoller beschreiben die Eigenschaften von *Driving Questions*:

The Question should be provocative, open-ended, complex, and linked to the core of what you want students to learn. It could be abstract (When is war justified?); concrete (Is our water safe to drink?); or focused on solving a problem (How can we improve this website so that more young people will use it?) (Larmer/Mergendoller 2012).

18 <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>.

19 <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>; <http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html>.

20 <https://learningscoop.fi/why-do-we-need-phenomenon-based-learning/>.

Nach Singer et al. bieten *Driving Questions* „a meaningful, defined problem space that provides intellectual challenge for learners“ (Singer et al. 2000, 167). Und gerade diese Herausforderung scheint es zu sein, die den Charme der *Driving Questions* ausmacht, wie Erpenbeck schreibt: „Lernen findet dort statt, wo Herausforderungen zu lösen sind“ (Erpenbeck/Sauter 2016, 106). Mitra verweist darauf, dass *Driving Questions* die natürliche Neugier von Kindern wecken, sie das Staunen lehren und damit die intrinsische Motivation fördern und vielschichtiges nachhaltiges Lernen fördern.

The magic sparked by the SOLE experience emerges from fascinating questions igniting children's curiosity. When launching a SOLE, it is important for educators to model a spirit of wonder to set the tone. By demonstrating their own inquisitiveness when introducing queries for kids to explore, adult facilitators will create an open, flexible, and encouraging space for children to take intellectual risks.

We have found that large, open, difficult and interesting questions often make the best “big” questions for SOLE inquiries. Questions that are unanswerable; such as “who made space?” help encourage kids to offer theories instead of concrete answers. Even though it may be tempting to ask questions with seemingly easy answers, it is important to ask big picture questions that promote deeper and longer conversations. (Mitra 2010a, 9)

Zudem ist dieser Effekt besonders stark bei der Auseinandersetzung mit *Driving Questions* in der Gruppe.

Children seem to enjoy working on a ‘hard’ question, when there is no competition and when they are in groups, using the Internet. There is some indication that the opposite is also true, namely, that children do better individually at easy things than they do in groups. (Mitra/Crawley 2014, 87)²¹

In der Kreativitätsforschung wird dieses Konzept ebenfalls hervorgehoben, wenn Menschen in vielfältigsten Kontexten an ihre Grenzen geraten und noch ein wenig darüber hinauskommen. Sowohl die Unterforderung als auch die Überforderung sind frustrierend und entmutigend, aber eine große Herausforderung, die mit Mühe und Aufwand zu meistern ist, schafft ein Flowerlebnis (Csikszentmihalyi 1985; 1993), das als sehr befriedigend erlebt wird und bei dem das Gehirn aufgrund der positiven Emotionen sehr empfänglich für das Verstehen von komplexen Zusammenhängen ist.

Engerer et al. haben sich in einer Studie mit dem Zusammenhang von Motivation, Flow-Erleben und Lernleistung auseinandergesetzt und kommen zu dem Fazit:

²¹ <https://startsole.org/research>.

[Die] Ergebnisse sprechen dafür, dass Flow-Erleben während des Lernens eine leistungsrelevante Variable des Funktionszustandes beim Lernen ist, die sich in ihrer Beziehungsstruktur erwartungsgemäß in das kognitiv-motivationale Prozessmodell einpassen lässt. (Engeser et al. 2005, 159)

Projektbasiertes Lernen

Der Umgang mit komplexen Herausforderungen, Fragestellungen und schwierigen Aufgaben sollte in aktivierenden Formen des sozialen Lernens stattfinden, wie beispielsweise

- Projektbasiertes Lernen (project based learning) (Kirkpatrick 1918),
- Problembasiertes Lernen (problem based learning) (Barrows/Tamblyn 1980),
- Problemzentriertes Lernen (Grüntgens 2000),
- Carpe Diem Learning (Salmon o. J.),
- Connected Learning (Ito et al. 2013)
- Dig Where You Stand (Lindqvist 1979),
- Challenge Based Learning (Johnson/Adams, 2011),
- Emergent Learning (Darling et al. 2016),
- Enquiry Based Learning (Ahmed/Parsons, 2012),
- Evidence Based Learning (Clark et al. 2011),
- Experiential Learning (Kolb/Fry 1975),
- Learning Through Performance (Pechione et al. 2021).

Auf die Unterschiede dieser Konzepte soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Stattdessen wird hier das Projektbasierte Lernen (project based learning) exemplarisch vorgestellt, auch wenn der Begriff in der Forschungsliteratur vielfältig genutzt wird (Hasni et al. 2016, 199–201).

Die Methode des projektbasierten Lernens basiert auf den Arbeiten von Dewey und Kilpatrick (Kirkpatrick 1918) und hatte große Einfluss auf die Reformpädagogik (Idel/Ullrich 2017). Knoll gibt einen Überblick über die historische Entwicklung ihres Einsatzes (Knoll 1997).

Die Strategie des projektbasierten Lernens ist es, Themen anhand einer konkreten, komplexen und realistischen Aufgaben- oder Problemstellung beziehungsweise den *Driving Questions* von den Schülerinnen und Schülern in Teams erarbeiten zu lassen. Indem sie die Aufgabe lösen, setzen sie sich mit relevanten Informationen und Materialien auseinander, diskutieren die Problematik und Lösungsmöglichkeiten, dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse und reflektieren ihren Lernprozess.

Projektorientierter Unterricht ist dynamisch, integriert und aktiviert alle Beteiligten und führt zu einer intensiven Auseinandersetzung mit der jeweiligen Aufgabe und Thematik. Das eigene Tun, Diskutieren von Lösungen, Dokumentieren und Präsentieren von Ergebnissen, die Reflexion des Lernprozesses und die Bewertung von Arbeitsergebnissen durch die Schülerinnen und Schüler sind nachgewiesenermaßen sehr effektiv und führen zu einem verbesserten Lernen.

Lehrerinnen und Lehrer werden dabei zu Coaches, zu Lernbegleitern sowie kritischen Beratern, die ihre Erfahrungen bei Bedarf einbringen, Rückmeldungen geben und als Mentoren bei Problemen unterstützen. Sie sind aber nicht mehr das Zentrum des Unterrichts, diejenigen, die alles organisieren und steuern und die Verantwortung für den Prozess haben.

Zuckerbrot definiert das Projektbasierte Lernen als

an inquiry-based approach to education in which students investigate authentic problems and build knowledge about subject-matter content. Projects involve complex tasks typically organized around challenging questions that result in reflection, iteration, and the creation of a final public product (Lucas Education Research 2021a, 2).

Nach Krajcik (Krajcik/Shin 2014; Krajcik 2015) besteht das projektbasierte Lernen aus den folgenden sechs Komponenten:

1. Die Lernziele sollen für die Lernenden eine Bedeutung haben.
2. Die Themen sollen Lösungen für Phänomene oder Probleme der realen Welt haben.
3. Zum Lösen der Aufgabenstellung sollen wissenschaftliche Praktiken angewandt werden, wie zum Beispiel das Entwickeln und Verwenden von Modellen.
4. Gemeinsam werden im Team Antworten und Lösungen zur Driving Question erarbeitet.
5. Die Teams setzen Lernwerkzeuge und andere Hilfsmittel für ihre Projektarbeit ein, um an Informationen heranzukommen, Zusammenhänge zu visualisieren oder auch Dinge auszuprobieren.
6. Die Ergebnisse werden immer in Form von Artefakten (greifbare Produkte) dargestellt und (einer Öffentlichkeit) präsentiert (Bielik et al. 2018).

Die vielfältige Forschung zum projektbasierten Lernen weist immer wieder die Effektivität dieser Methode nach. So verweist ein Bericht der George Lucas Educational Foundation auf vier aktuelle Studien (Lucas Education Research 2021a):

Four newly released peer-reviewed research studies show that using rigorous project-based learning in U.S. public schools has strong and positive effects on student outcomes across grades and subjects. [...] These studies show the positive impact of project-based learning

across content areas, grade levels, and for students from all types of backgrounds. (Lucas Education Research 2021a, 1)

Zudem wird darauf verwiesen, dass durch diese Methode auch das soziale und emotionale Lernen gefördert wird, eine tiefere Auseinandersetzung mit den Inhalten stattfindet, die Lernergebnisse im Vergleich zu einem instruktionsorientierten Unterricht besser sind und ein hohes Verständnis für wissenschaftliche Erkenntnisse entwickelt wird. (Lucas Education Research 2021a)

More important, there is some evidence that PBL, in comparison to other instructional methods, has value for enhancing the quality of students' learning in subject matter areas, leading to the tentative claim that learning higher-level cognitive skills via PBL is associated with increased capability on the part of students for applying those learnings in novel, problem-solving contexts.

There is ample evidence that PBL is an effective method for teaching students complex processes and procedures such as planning, communicating, problem solving, and decision making, although the studies that demonstrate these findings do not include comparison groups taught by competing methods. (Thomas 2000, 35)

Auch Zuckerbrot bestätigt den hohen Lerneffekt: „when implemented well, high-quality project-based learning improves student outcomes“ (Zuckerbrot et al. 2021, 2), sowie die hohe Förderung des Einsatzes der Lernenden, weil sie zunehmend Verantwortung für ihren Lernprozess übernahmen (Lucas Education Research 2021b; Rosefsky Saavedra/Rapaport 2021; Saavedra et al. 2021).

Hung et al. bezeichnen in der Zusammenfassung ihrer Forschungsergebnisse die Methode des *problem-based learning* als die innovativste pädagogische Methode, die jemals eingeführt worden ist: „problem-based learning (PBL) is perhaps the most innovative instructional method conceived in the history of education“ (Hung et al. 2008, 485).

Knoll (2011) setzt sich kritisch mit der Projektmethode auseinander und reflektiert ihre Diskussion in den USA und der Bundesrepublik, ohne dabei allerdings auf Forschungsergebnisse des *konkreten Einsatzes der Methode im Unterricht* einzugehen. Die Forschungen unterschiedlicher Autorinnen und Autoren²² werden allerdings von Knoll ignoriert.²³

22 Baines (Baines et al. 2021b), Barron (Barron/Darlington-Hammond 2008), Barrows (Barrows/Tamblyn 1980; Barrows 2006; 2009), Blumenfeld (Blumenfeld et al. 1991), Ilhan (Ilhan 2014), Larmer (Larmer/Mergendoller 2010a; 2012), Lee (Lee 2015), Maxwell (Maxwell et al. 2001), Mergendoller (Mergendoller/Thomas 2001; Mergendoller et al. 2006), Moylan (Moylan 2008), Prince (Prince 2004), Ravitz (Ravitz et al. 2004; Ravitz/Mergendoller 2005; Ravitz 2008), Richards (Richards et al. 2021), Rummler (Rummler 2012), Savin-Baden (Savin-Baden 2000), Schneider (Schneider et al. 2002), Schulmeister (Schulmeister 2002), Schwartz (Schwartz 2013), Severance (Severance et al. 2018), Slavin (Slavin 1991; 1996), Stark (Stark et al. 2003), Stübiger (Stübiger/Schäfer

Vernetzung

Ein weiteres Element der Schule im 21. Jahrhundert ist das der Vernetzung sein. Die Vernetzung nimmt das Lernen aus dem Raum der Schule heraus und gibt ihm eine neue Dimension. Das Lernen kann damit eine neue Qualität und Ernsthaftigkeit erhalten und zugleich wird eine weitere Kompetenz für das 21. Jahrhundert eingeübt. Partnerinnen und Partner können andere Schülerinnen und Schüler an anderen Schulen sein, im In- und Ausland, es können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler oder Künstlerinnen und Künstler sein, Autorinnen und Autoren, Bloggerinnen und Blogger oder Institutionen.

Siemens sieht die Vernetzung von Lernenden als eine angemessene Antwort auf die Komplexität und es ist für ihn *die* innovative und dem digitalen Zeitalter angemessene Form des Lernens (Siemens 2005). So wie in einer komplexen Welt Ideen, Konzepte, Menschen und Dinge in vielfältigen Beziehungen zueinander stehen, sollten sich auch Lernenden auf vielfältigen Ebenen (auch mit Hilfe von Sozialen Medien) miteinander vernetzen.

Chaos is a new reality for knowledge workers. Science Week (2004) quotes Nigel Calder's definition that chaos is a „cryptic form of order“. Chaos is the breakdown of predictability, evidenced in complicated arrangements that initially defy order. Unlike constructivism, which states that learners attempt to foster understanding by meaning making tasks, chaos states that the meaning exists – the learner's challenge is to recognize the patterns which appear to be hidden. Meaning-making and forming connections between specialized communities are important activities. (Siemens 2005, 3, H. i. O.)

Für Siemens bildet effektives Lernen die vernetzte Struktur von Weinbergs *Network Thinking* (Weinberg 2015) im sozialen Bereich, im *Miteinander Denken* (Hartkemeyer 2010) ab. Denn

Learning is a process that occurs within nebulous environments of shifting core elements – not entirely under the control of the individual. Learning (defined as actionable knowledge) can reside outside of ourselves (within an organization or a database), is focused on connecting specialized information sets, and the connections that enable us to learn more are more important than our current state of knowing (Siemens 2005, 4).

2003), Terenzini (Terenzini et al. 2001), Vernon (Vernon/Blake 1993), Yetkiner (Yetkiner et al. 2008), Zuckerbrod (Zuckerbrod et al. 2021) und andere.

23 Vgl. auch <https://www.edutopia.org/article/new-research-makes-powerful-case-pbl>; <https://www.edutopia.org/project-based-learning>; <https://battelleforkids.org/>; <https://www.teachthought.com/>.

In der Vernetzung findet ein Umgang mit Komplexität statt, findet sich der Einzelne in vielschichtigen Kontexten wieder und entsteht eine „Weisheit der Vielen“ (Surowiecki 2007).

Die Prinzipien des Konnektivismus (connectivism), wie Siemens (Siemens 2005, 4) seine Lerntheorie nennt, sind:

- Learning and knowledge rests in diversity of opinions.
- Learning is a process of connecting specialized nodes or information sources.
- Learning may reside in non-human appliances.
- Capacity to know more is more critical than what is currently known Nurturing and maintaining connections is needed to facilitate continual learning.
- Ability to see connections between fields, ideas, and concepts is a core skill.
- Currency (accurate, up-to-date knowledge) is the intent of all connectivist learning activities.
- Decision-making is itself a learning process. Choosing what to learn and the meaning of incoming information is seen through the lens of a shifting reality. While there is a right answer now, it may be wrong tomorrow due to alterations in the information climate affecting the decision. (Siemens 2005, 4)

Siemens fasst seine Theorie zusammen mit den Worten:

The pipe is more important than the content within the pipe. Our ability to learn what we need for tomorrow is more important than what we know today. A real challenge for any learning theory is to actuate known knowledge at the point of application. When knowledge, however, is needed, but not known, the ability to plug into sources to meet the requirements becomes a vital skill. As knowledge continues to grow and evolve, access to what is needed is more important than what the learner currently possesses.

Connectivism presents a model of learning that acknowledges the tectonic shifts in society where learning is no longer an internal, individualistic activity. How people work and function is altered when new tools are utilized. The field of education has been slow to recognize both the impact of new learning tools and the environmental changes in what it means to learn. Connectivism provides insight into learning skills and tasks needed for learners to flourish in a digital era. (Siemens 2005, 6)

Vester verweist auf die gesellschaftliche Relevanz der Vernetzung im 21. Jahrhundert und fordert

eine neue Sicht der Wirklichkeit: die Einsicht, dass vieles zusammenhängt, was wir getrennt sehen, dass die sie verbindenden unsichtbaren Fäden hinter den Dingen für das Geschehen in der Welt offensichtlich wichtiger sind als Dinge selbst (Vester 2002, 9).

Grabensteiner beschreibt Schulklassen „als von *tiefgreifender Mediatisierung* geprägte, transmedial und translokal verortete Akteurskonstellationen“ (Grabensteiner 2021, 85, H. i. O.), die in der Vernetzung über Soziale Medien „soziale Dynamik

ken“ erfahren, „die über inhaltliche Gemeinsamkeiten hinaus gehen“. Ihre Untersuchung zur „Exploration zu Konstruktionen individueller und kollektiver Lernaktivitäten am Beispiel von WhatsApp-Gruppenchats“ fasst sie durch drei Ergebnisse zusammen:

Erstens durchdringen Schülerinnen und Schüler die Komplexität der sozialen Struktur und gestalten das Verhältnis zu den anderen über ihr kommunikatives Handeln.

Zweitens repräsentieren sie innerhalb der Lerngruppe ihren individuellen Kontext vermittels Artikulationen. Diese sind zugleich Reflexion auf eigenes Handeln und auf ihr eigenes Selbstverhältnis.

Drittens verhalten sie sich zu den Dingen in der Welt, über Aneignung des Mediums als Artefakt innerhalb der Struktur und über die Aneignung spezifischer Kommunikationsformen. (Grabensteiner, 2021, 102; vgl. auch Riedl, 2000; Mitchell, 2008)

Erweiterung des Lernraums

Findet eine Vernetzung von Lernenden hauptsächlich im virtuellen Raum statt, erhält sie eine analoge Entsprechung im physischen Raum durch eine Erweiterung des Schulortes. Der Einbezug von Museen, Kultureinrichtungen, öffentlichen Plätzen, Stadien, Kirchen, Rathäusern, der Natur und weiteren Orten schafft weitere mögliche Kontexte, erweitert den Horizont der Lernenden, bietet erweiterte Möglichkeiten von Projektarbeit und schafft eine weitere Dimension der Authentizität. Dies schafft Sichtbarkeit der Lernergebnisse und bietet erweiterte Möglichkeiten zum Feedback.

Jon Smith spricht vom „global fridge“, dem globalen Kühlschrank, auf dem Lernende ihre Arbeitsergebnisse und -erfolge publizieren, so wie sie es in den USA zu Hause am Kühlschrank tun. Smith unterrichtete an einer Schule in Ohio, USA, Kinder der fünften und sechsten Klasse. Sie hatten große Schwierigkeiten mit dem Lesen und Schreiben und alle Versuche, ihnen dies schmackhaft zu machen, beschreibt der als wenig erfolgreich. „Sie hassten die Schule, sie hassten mich.“²⁴ Nachdem ein kostenloses Werkzeug²⁵ zur Erstellung von eBooks verfügbar war, beschloss er seine Schülerinnen und Schüler dazu aufzufordern, mit ihm gemeinsam ein eBook zu erstellen. Nach anfänglichen Irritationen ließen sich die Kinder darauf ein und erarbeiteten kollaborativ ein erstes eBook, dass sie ins Internet stellten und daraufhin Reaktionen aus der ganzen Welt erhielten.²⁶

Es waren zwei Dinge, die zu einer positiven Veränderung führten: die Einfachheit, ein Buch zu erstellen und die Möglichkeit, es im Internet zur Verfügung

²⁴ https://www.youtube.com/watch?v=-Kf_plW2RUM.

²⁵ Apple, iBooks Author.

²⁶ <http://mrsmithtrt.weebly.com/>.

zu stellen, wirkten auf die Schülerinnen und Schüler äußerst motivierend, sie sahen ihr Tun in der Schule als bedeutsam an und wurden weltweit wahrgenommen. Die öffentliche Sichtbarkeit des Erarbeiteten führte nicht nur zu einer höheren Motivation, sondern auch dazu, dass sie sich bei der Erstellung der Inhalte äußerste Mühe gaben. Jon Smith fasst seine Erkenntnisse folgendermaßen zusammen: „I believe students need to contribute more in the classroom. They need to be creating content and be a part of the learning process. They need to show us what they know and they need to be able to explain it.“ (Smith 2014)

Produktorientierung

Wie bereits erwähnt gehören zu Projekten drei wesentliche Elemente hinzu:

1. ein *Phänomen* beziehungsweise eine authentische Frage- oder Aufgabenstellung mit Relevanz für die Lernenden,
2. die *Driving Question*,
3. ein *Artefakt* als Ergebnis der Projekt- und Gruppenarbeit.

Erst durch das in Teamarbeit erstellte Produkt werden die Ergebnisse der Projektarbeit sichtbar und die erworbenen Kenntnisse angewendet. Indem Lernende in der Auseinandersetzung mit Inhalten daraus etwas Neues schaffen, setzen sie sich vielfältig mit diesen Inhalten auseinander, definieren für sich Relationen, Bedeutungen, legen fest, welches Produkt sie erstellen wollen und wie sie beziehungsweise mit welchen Medien sie ihre Ergebnisse darstellen. Durch diese Neuproduktion von Produkten findet eine vertiefte kognitive Auseinandersetzung mit Inhalten statt, denn diese müssen mit eigenen Worten beschrieben werden.

Im deutschsprachigen Raum wurde die Methodik des *Lehr-Lernens* von Martin in den 1980er Jahren schwerpunktmäßig im Fremdsprachen-Bereich eingesetzt (Martin 1985) und findet in den letzten Jahren erneute eine wissenschaftliche Rezeption (Damnik et al. 2013; Proske et al. 2011). Bei dieser Form des Lernens werden Lernende zu Experten, die anderen Inhalte und Zusammenhänge nahebringen.

Im Sinne der Bloomschen Taxonomie erzeugt das Erstellen von Produkten eine besondere Intensität des Lernens (Queensland 1956). Aber es ist nicht nur der Lerneffekt, sondern zugleich die tiefe Befriedigung, die Lernende erleben, wenn sie stolz ihre Produkte einer Öffentlichkeit präsentieren und es fördert den Prozess des sozialen Lernens in der Gruppe.

Ein sehr hilfreiches Konzept stellt das *Learners as Designers-Konzept* dar, entwickelt von Jonassen und Reeves (1996, 695), basierend auf den Konzepten von Pea (1985).

Die Grundlage dafür bildet die Beobachtung (Jonassen et al. 1993), dass die Erstellerinnen und Ersteller von Expertensystemen während des Prozesses des Erstellens, also beim Zusammentragen und der Artikulation von Informationen, eigenes Wissen intensiv reflektieren und vertiefen. „The process of articulating their knowledge about the process of instructional design forced them to reflect upon their knowledge in a new and meaningful way.“ (Jonassen/Reeves 1996, 695)

Denn gerade dann, wenn Lernende das, was sie bereits wissen und was sie neu lernen, in irgendeiner Form repräsentieren beziehungsweise visualisieren, werden ihnen Zusammenhänge bewusst, entwickeln sie neue Fragestellungen und erweitern beziehungsweise vertiefen ihr eigenes Wissen.

Als Beispiele für diese kognitiven Werkzeuge führen Jonassen und Reeves Datenbanken, Tabellenkalkulationen, semantische Netzwerke, Expertensysteme, Multimedia/Hypermedia-Konstruktionssoftware, Programmiersprachen, Mikrowelten, aber auch computergestützte Konferenzsysteme (Jonassen/Reeves 1996, 694) auf und verweisen ausdrücklich auf die Programmiersprache LOGO von Papert (Papert 1980) und die Mikrowelt KAREL THE ROBOT²⁷. Die Autoren schlagen eine Methode vor, die Lernende dazu anleitet, ihre eigenen Wissensrepräsentationen zu visualisieren (Jonassen/Reeves 1996, 695), also Informationsprodukte zu schaffen.

Das *Learners as Designers-Konzept* von Jonassen bietet auch eine Basis für den sinnvollen Einsatz von modernen Technologien. Vor allem mobile Endgeräte (Smartphone, Tablets) bieten vielfältige Möglichkeiten Infografiken, Erklärvideos (Wolf/Kratzer 2015), Präsentationen, eBooks (Curts 2015), Hypertexte/Wikis (Oeberst et al. 2014; Döbeli Honegger/Notari 2013; Moskaliuk 2013; König/Hodel 2013; Knaus 2013; Schmid/Trevisan 2013; Wah Chu 2013), Mindmaps, ePortfolios (Czerwionka et al. 2009) und andere Medien zu produzieren, ohne sich intensiv mit der Bedienung einer Software auseinandersetzen zu müssen.

Für das NMC New Media Consortium signalisiert die Produktorientierung den aktuell notwendigen Paradigmenwechsel „vom Konsumenten zum Produzenten“: „Learners are exploring subject matter through the act of creation rather than the consumption of content“ (Adams Becker et al. 2016, 18).

Auch für November ist das Gestalten von Produkten und Konzepten durch die Schülerinnen und Schüler *das* zentrale Element des Lernens. Er sieht in dieser Methodik einen weiteren wichtigen Nutzen, der in der Förderung der sogenannten *21st Century Skills* (Davies et al. 2011) besteht, also den Kompetenzen Kreativität, Innovation, Selbststeuerung, Empathie, Kommunikation und Kollaboration. Zudem wird eigenständige, selbstgesteuerte und lebenslange Lernen gefördert,

27 <http://karel.sourceforge.net/>.

Problemlösungsstrategien und die kritische Auseinandersetzung mit Themen ermöglicht und eingeübt.

So verändern sich die Rollen aller Beteiligten: Lehrende erhalten mehr Freiräume, müssen den Unterricht nicht mehr vollständig kontrollieren und können verstärkt individuell auf einzelne Schülerinnen und Schüler oder Gruppen eingehen. Der Denk- und Lernprozess der Lernenden wird transparenter, sowohl für sie selbst als auch für ihre Lehrenden. Die Eltern werden in den Prozess einbezogen und nehmen intensiver wahr, womit sich ihre Kinder beschäftigen. Die Technologie steht dabei nicht im Vordergrund, sondern hat einen dienenden Charakter, sie unterstützt den Produktions- und Lernprozess (November 2012, 7). In seinem Buch „Who owns learning?“ (November 2012) beschreibt November vielfältige Möglichkeiten wie Schülerinnen und Schüler als Gestalterinnen und Gestalter von Tutorials, als Erstellerinnen und Ersteller von Texten, als Forscherinnen und Forscher oder auch globale Kollaborateurinnen und Kollaborateure aktiv lernen können.

Ein weiteres Konzept, um aus Konsumenten Produzenten zu machen, ist das der Maker-Bewegung (*maker movement*). In seinem Manifesto (Hatch 2014) betont Mark Hatch „das konkrete Tun, das Teilen, den offenen Austausch und das Lernen, den spielerischen Zugang, Unterstützung und den Willen, etwas und sich selbst zu ändern“ (Schön/Ebner 2020, 35). Auch im Makerspace als einem Raum des selbstgesteuerten und -organisierten gemeinsamen Lernens findet das „Learning by doing [statt], also das Lernen während der Arbeit und des Gestaltens“ (Schön/Ebner 2020, 35) statt.

Rendina (2015) definiert einen Makerspace als einen physischen Ort, an dem Menschen zusammenkommen, um Ressourcen und Wissen zu teilen, an Projekten zu arbeiten, sich zu vernetzen und zu bauen. Dazu stellt dieser Ort Raum, Werkzeuge, Materialien und Ressourcen zur Verfügung. Im Makerspace arbeiten Mensch zusammen und produzieren kreativ etwas. Dabei sind Experimente und das Erstellen von Prototypen die Normalität. Das Lernen findet im Makerspace in der Regel informell und selbstgesteuert statt, wobei Expertinnen und Experten durchaus als Unterstützerinnen und Unterstützer hinzugezogen werden können. Durch das gemeinsame Arbeiten in Teams entsteht eine Dynamik der gegenseitigen Unterstützung. Zudem fördern sie das eigenverantwortliche Lernen: „Makerspaces allow students to take control of their own learning as they take ownership of projects they have not just designed but defined.“ (Rendina 2015)²⁸

Schön und Ebner fassen die wesentlichen Elemente der Maker Education (im deutschsprachigen Europa) zusammen (Schön/Ebner 2020, 40):

²⁸ Siehe auch: <http://www.renovatedlearning.com/2015/04/02/defining-makerspaces-part-1/>.

- offene Lernsettings und Projektarbeit,
- interdisziplinärer Zugang,
- kreative und neuartige Lösungen – Scheitern möglich,
- Nutzung von (digitalen) Werkzeugen,
- Fokus auf konkretem Produkt,
- Nachhaltigkeit und soziale Teilhabe als Werte,
- Erwachsene als Co-Designer und Tutoren.

Sie unterscheiden

in Bezug auf die Didaktik drei Varianten [...], diese sind der Makerspace als Arbeitsraum mit informellen Lerngelegenheiten, der Makerspace als Lernraum für Kinder und Jugendliche (Maker Education) sowie der Makerspace als Raum für formale Weiterbildung. Alle drei Szenarien können dabei auch im selben physischen Raum erfolgen, haben allerdings unterschiedliche didaktische Ausrichtungen. (Schön/Ebner 2020, 33)

Dass das ursprüngliche Konzept der Maker-Bewegung, das chaotische Prinzip, die völlige Offenheit von Möglichkeiten, das freie Experimentieren,

der Ort des nichtorganisierten Lernens, des Lernens durchs Machen, Peer-Lernen und andere Formen des informellen, selbstgesteuerten Lernen auch immer wieder konterkariert wird, verdeutlichen Schön und Ebner, indem sie auf die Gefahren hinweisen: In der Maker Education wird dieser Raum beziehungsweise das offene Setting jedoch insbesondere für die Arbeit mit Kindern gestaltet, es wird dabei vieles unternommen, dass Kindern auch das Arbeiten gelingt – zum Beispiel werden die Entwicklungsprozesse von Ideen zum Prototyp (Design Thinking), die Einführung in Werkzeuge (z. B. Programmieren für Einsteiger/innen) sowie eine wertschätzende Kooperation (durch teamfördernde Methoden) gezielt gefördert. Der eigentlich explizit Didaktik-freie Raum wird so paradoxer Weise zu einer, wenn auch nicht traditionell lehrendenzentrierten, didaktisch-methodisch strukturierten Lernerfahrung für Kinder und Jugendliche (und gegebenenfalls Erwachsene). (Schön/Ebner 2020, 45)

In diesem Zusammenhang sei darauf verwiesen, dass es inzwischen Schulen gibt, die ihre traditionellen Klassenzimmer vollkommen aufgelöst und ihre Schule zu einem großen Makerspace gemacht haben (Madda 2016). Auch das Konzept der Alemannenschule Wutöschingen geht in diese Richtung (Zylka 2017). Für Stilz et al. sollen Makerspaces neben der Schaffung eines offenen Lernsettings „Kinder und Jugendliche dazu befähigen, künftig selbst als Maker aktiv die Welt mitzugestalten, sie hat also auch einen emanzipatorischen, medienpädagogischen Anspruch“ (Stilz et al. 2020, 4).²⁹

²⁹ Vgl. auch: <https://makered.org/>.

Einsatz von Technologien

Durch das Aufkommen von *mobilen Geräten* (Smartphones, Tablets) wurde die Nutzung von Computern wesentlich erweitert.

SAMR-Modell

In den Diskussionen um den pädagogischen Nutzen von mobilen Technologien ist erneut deutlich geworden, dass lediglich die Einführung einer Technologie das Lernen nicht automatisch verbessert, wie Skinners Teaching Machines gezeigt haben (Krommer 2013). Vielmehr braucht jede Technologie ein ihr angemessenes pädagogisches Konzept und muss in den Unterricht sowie das System Schule sinnvoll und passend integriert werden.

So beschreibt das SAMR-Modell von Puentedura (Cardullo et al. 2015) die Möglichkeiten digitaler Werkzeuge für den Unterricht als Erweiterung der Möglichkeiten analoger Werkzeuge (siehe Abbildung 4).

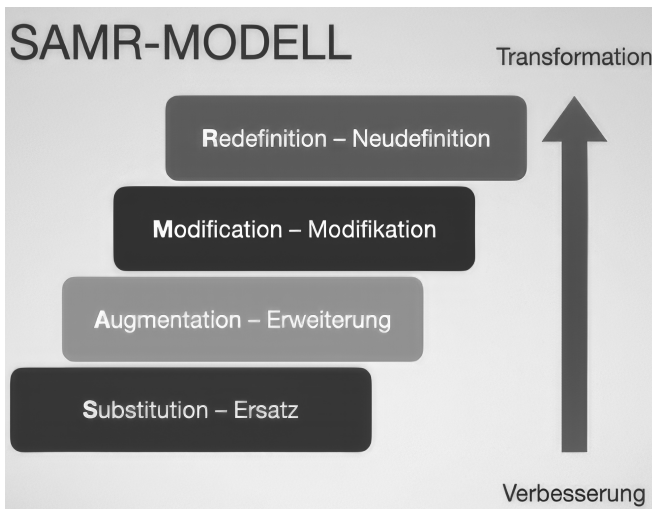


Abb. 4: SAMR-Modell nach Puentedura (eigene Darstellung).

Das Akronym SAMR steht für Substitution (Ersetzung), Augmentation (Erweiterung), Modification (Änderung) und Redefinition (Neudefinition). Es geht dabei um unterschiedliche Stufen der Möglichkeiten zum Einsatz mobiler Geräte. Auf den ersten beiden Stufen kommt es zu einer Verbesserung von Funktionalitäten,

die mit analogen Mitteln bereits möglich waren. Auf der dritten und vierten Stufe wird der eigentliche Nutzen digitaler Werkzeuge besonders deutlich.

Als Beispiel für eine *Ersetzung* führt Puentedura (2016) das eBook an. Ein Medium (PDF-Datei) ersetzt das andere (gedrucktes Buch) ohne eine funktionale Verbesserung. Bei der *Erweiterung* findet eine multimediale Ergänzung von Text und Bildern des gedruckten Buches statt. Auch hier ist das digitale Medium ein Ersatz für das analoge mit einer funktionalen Verbesserung. Die *Änderung* bietet nun technische Möglichkeiten, die mit analogen Mitteln nicht möglich war. Als Beispiel sei hier die Integration von Sozialen Medien in ein eBook genannt, wenn sich zum Beispiel die Leser eines Buches per Blog über den Inhalt austauschen können. Bei der *Neubelegung* tauchen neue, bisher unvorstellbare technische Möglichkeiten auf, die ohne die Technologie nicht möglich wären. Als Beispiel sei *Augmented Reality* genannt, also die Integration von virtuellen Elementen (World Economic Forum 2016).

Carringtons Padagogy Wheel versucht anhand des SAMR-Modells eine Zusammenfassung möglicher Tätigkeiten und zugehöriger App (Programme) für das mobile Lernen.³⁰

Seit dem Einsatz der ersten iPads 2010 gibt es weltweit einige Projekte in Schulen, in denen Tablets systematisch im Unterricht eingesetzt worden sind und die dabei wissenschaftlich begleitet wurden.

An dieser Stelle sei noch einmal betont, dass es beim Einsatz der Geräte auf die Pädagogik ankommt. Ein sehr stark vorstrukturierter Unterricht, in dem sehr viel vorgegeben ist oder indem die Tablets als Ersatz für den Computerraum eingesetzt werden, wird nicht besonders effektiv sein.

Selbstgesteuertes Lernen

Schließlich sei noch auf die Förderung der Selbstlernkompetenz verwiesen, die eine wesentliche Kompetenz für das Leben und Arbeiten im 21. Jahrhundert darstellt und oben ausführlich dargestellt ist.

Feedback-Kultur

Ein weiterer Baustein der Schule im 21. Jahrhundert stellt ihre Feedback-Kultur dar. Während die traditionelle Benotung davon ausgeht, dass alle Lernenden gleiche Ergebnisse produzieren sollen, deren Qualität in Form einer Zahl dargestellt

30 <https://www.teachthought.com/technology/the-padagogy-wheel/>.

werden kann, versucht das Feedback den Lernenden individuelle Rückmeldungen über deren Lernprozess, die Lernziele und -erfolge zu vermitteln um damit deren Weiterentwicklung zu fördern.

Eine Feedback-Kultur zu entwickeln bedeutet vor allem, dass sich alle Unterrichtsbeteiligten regelmäßig und gegenseitig mitteilen, was überhaupt notwendig ist, um eine gute Lernatmosphäre zu schaffen bzw. auch was gut im Unterricht funktioniert und woran jeder Beteiligte, sei es Lehrer oder Schüler, arbeiten sollte. [...] Wichtig ist auch, dass Feedbacks regelmäßig durchgeführt werden. Nur dadurch wird der Feedback-Prozess zu einer gewissen Selbstverständlichkeit, ganz ähnlich wie bei einem Ritual, wie z. B. dem Wiederholen der letzten Stunde am Anfang der neuen Stunde oder dem Vokabelabfragen. Allen Beteiligten muss bewusst sein, dass Feedback dazu genutzt wird, um letztendlich Verbesserungen im Unterricht [besser: im Lernprozess] herbeizuführen.³¹

Barron und Darlington-Hammond führen verschiedene Arten des Feedbacks auf (siehe Tabelle 5).

Tab. 5: Arten des Feedbacks (Barron/Darlington-Hammond 2008).

Type of Assessment	Form of Feedback
Rubrics	Detailed specifications of students' work products, with levels of progress defined. Students should understand the rubric before beginning the work and should revisit it throughout a project.
Solution Reviews	A public opportunity for students to show work in progress and obtain feedback from peers, teachers, or other community members.
Whole Class Discussion	Structured classroom discussions that provide a venue for the vetting of ideas and explanations and surface misconceptions that can be addressed mid-project.
Performance Assessments	Individual or small-group projects, usually of short duration, that enable teachers to assess students' ability to apply acquired knowledge in a new context.
Written Journals	Students maintain an ongoing record of experiences, reflections, and problem-solving throughout a project.
Portfolios	Students compile a collection of their work over time, usually highlighting progress and including personal reflection.
Weekly Reports	Students create weekly written responses to a set of simple questions throughout the duration of a project.
Self-Assessment	Students evaluate their own work according to predefined criteria, often using such tools, such as a rubric or focus questions.

November betont die motivierende Bedeutung des Peer- und öffentlichen Feedbacks im Gegensatz zur traditionellen häufig demotivierenden Benotung:

Think about the typical classroom assignment: students turn in an assignment, the teacher marks it up, and returns it to the students with a grade or number attached. The students look at the assessment and toss it in the trash. They have performed in front of an audience of one, and so the performance is finished. [...] Putting the scribe posts up for class discussion every morning brings peer recognition, but the audience and impact of the program doesn't stop there: When they're getting recognition from their peers for doing really good academic work, they're motivated to do better. But when you blow the walls off [the classroom], then learning happens anytime, anywhere. Other people see that and they're moved

31 <https://eduki.com/de/post/236>.

to make a comment [because] the kid did something exemplary. Kids very much think that they are who other people see them as being, and when other people see them as being good in math, then they want to be good in math and they work at being better at it. (November 2012, 42–43)

Reflexion und Reflexivität

Ein tiefes Nachdenken über eigene Handlungen zum einen und Inhalte des Lernens zum anderen fördern den Reifungsprozess von Kindern und Jugendlichen und stellen – neben Feedback – ein weiteres wichtiges Element dar, durch die sich Kinder und Jugendliche besser kennenlernen, ihre Stärken und Schwächen erkennen und sich mit ihrer Persönlichkeit auseinandersetzen können.

Brendel unterscheidet mit Verweis auf Dewey zwischen Reflexivität (*reflection-on-action*) und Reflexion (*reflection-in-action*) (Schön, 1983):

Reflexion wird gemäß Dewey verstanden als ein intensives Nachdenken über und Prüfen von Wissens-elementen oder Überzeugungen, übertragen auf den schulischen Kontext also z. B. über Unterrichtsinhalte und damit verbundene Überzeugungen oder Vorstellungen. Damit unterscheidet sich Reflexion von der Reflexivität, die das tiefgreifende Nachdenken über eigene Handlungen oder Handlungsalternativen beschreibt [...]. (Brendel 2014, 226–227)

Sie empfiehlt, nicht nur die Reflexivität zu stärken, was in der Schule vorrangig geschieht, sondern auch die Reflexion.

Während die *Reflexion* im projektbasierten Lernen in Teams immer wieder durch den Austausch der Peers und die Betrachtung der Thematik aus verschiedenen Perspektiven aufgrund der Komplexität der Fragestellung gefördert wird, geht es bei der *Reflexivität* immer um eine individuelle Auseinandersetzung mit dem eigenen Lernen.

Donovan und Bransford unterstreichen die Bedeutung des *self-monitorings* für ein vertieftes Lernen:

Helping students become effective learners is at the heart of the third key principle: a „metacognitive“ or self-monitoring approach can help students develop the ability to take control of their own learning, consciously define learning goals, and monitor their progress in achieving them. (Donovan/Bransford 2005, 10, H. i. O.)

Dabei fördert genau diese Metakognition den Prozess des selbstgesteuerten Lernens:

Metacognition also includes self-regulation – the ability to orchestrate one’s learning: to plan, monitor success, and correct errors when appropriate – all necessary for effective intentional learning. (Bransford et al. 2000, 97)

Ein hilfreiches Mittel für die Auseinandersetzung dazu sind (analoge oder digitale) Lerntagebücher. Liebig beschreibt ihre Merkmale:

Eine Möglichkeit ist das Lerntagebuch, denn es bietet die Chance, Lernwege und Lernbiographien zu dokumentieren, Selbsterfahrung und Selbstbeobachtung zu erleben, den Lernfortschritt festzustellen, immer wieder nachlesen zu können und die Vorgehensweise sowie das eigene Lernen zu reflektieren. [...] Als eine Art Lernbegleiter dokumentiert das Tagebuch die Selbstlernphase, die aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsinhalt und hält prozessbegleitend eigene Meinungen sowie Positionen fest, so dass Lernfortschritte in Form von Selbstkontrolle möglich sind. Das Erkennen von Lernfortschritten trägt wesentlich dazu bei, Energie ins Weiterlernen zu investieren. [...] Es erfüllt die so häufig für den Unterricht geforderten Kriterien wie Eigenaktivität, Konstruktivität und Kommunikationsfähigkeit. (Liebig 2011, 2)

Liebig verweist auf die vielfältigen Wirkungen von Lerntagebüchern: sie helfen bei der Aktivierung von Vorkenntnissen und Vorerfahrungen der Lernenden, sie entwickeln

kognitive Kompetenz aufgrund der inhaltlichen Verarbeitung des Lernstoffes durch regelmäßige Fixierung und Nachbereitung der Inhalte, wobei sie häufig einzelne Themen miteinander verknüpfen und damit Querverbindungen zum Vorwissen, sowie zu ihrer lebensweltlichen Erfahrung herstellen. [...] sie regen zum Nachdenken über das eigene Handeln an, unterstützen durch den *Verschriftlichungszwang* (Liebig 2011, 4, H. i. O.).

Auch nach Beck et al. fördern Lerntagebücher die Reflexivitätskompetenz der Lernenden (Beck et al. 1995).

Für Gallin und Ruf (1999) bieten sogenannte *Reisetagebücher* eine weitere Möglichkeit, die Auseinandersetzung mit Themen zu reflektieren.

Das Reisetagebuch ist ein Schülerheft, das alle übrigen Hefte eines oder sogar mehrerer Fächer ersetzt. Es ist mit einer Werkstatt vergleichbar, in welcher der Lernende in schriftliche Auseinandersetzung mit dem Schulstoff am Aufbau seiner Fachkompetenz arbeitet. [...] Nicht die Fachsprache, sondern die individuelle, singuläre Sprache des Lernenden ist das Medium, in dem sich der Lernende im Reisetagebuch bewegt. [...] Im Reisetagebuch hinterlassen die Schülerinnen und Schüler also Spuren ihrer persönlichen Forschungsreisen und Lerngeschichten. Darum sind sie auch interessiert an den Texten ihrer Nachbarn und geben sich gern und häufig gegenseitig Einblick in ihre unterschiedlichen Erlebnisse: Im divergierenden Vergleich unterschiedlicher Positionen rückt das Reguläre ins Blickfeld. Auch im Gespräch mit der Lehrperson stärkt das Reisetagebuch die Position der Lernenden und schafft die Voraussetzung für sachbezogene und symmetrische Gespräche. (Gallin/Ruf 1999, 63)

Auch Soziale Medien wie Blogs, Tweets, Instagram, aber auch Web Sites oder Wikis können als Werkzeuge der Reflexion und Reflexivität eingesetzt werden. Zudem sei noch auf ePortfolios verwiesen, die ebenfalls als eine Art Lerntagebuch

„Ergebnisse“ von Lernprozessen zusammenstellen und damit sichtbar machen (Czerwionka et al. 2009).

Körperlichkeit

Flexibles selbstgesteuertes Lernen berücksichtigt auch die Körperlichkeit und damit verbunden das menschliche Bedürfnis nach Ruhe, Entspannung und Ernährung. Breithecker hat darauf verwiesen, dass die Bewegung eine absolut notwendige Voraussetzung für die Verankerung von Erlebtem und Lerninhalten ist, wenn er schreibt:

Eine Schule, in der der natürliche, für die körperlichmotorische Entwicklung und die Entfaltung der Persönlichkeit notwendige Bewegungsdrang von Kindern nicht nur nicht unterdrückt, sondern in der Bewegungsaktivität unterstützt und gefördert wird, ist auch eine positive Entwicklung der Lernfähigkeit und Leistungsbereitschaft von Kindern zu erwarten. (Breithecker 2004, 10)

Und ein Bericht der FH Nordwestschweiz Aarau verweist darauf, dass

die handelnde grob- und feinmotorische Auseinandersetzung [...] nicht nur die Bewegungsfähigkeit [fördert], sondern ist für das Kind gleichzeitig eine elementare Möglichkeit, um wichtige Erfahrungen und Kompetenzen aufzubauen:

Das Kind lernt Eigenschaften und Zusammenhänge seiner Alltagswelt kennen. Dies ist Voraussetzung, um sich auch gedanklich mit der Welt auseinander zu setzen und abstrakte Symbole zu verwenden – ganz abgesehen vom Wissen, das das Kind so schon in die Schule mitbringt.

Kindliche Bewegung bringt Raumerfahrung mit sich, d. h. die Orientierung im Raum, die Vorstellung von Räumen wird einfacher. Damit wird auch die Orientierung in abstrakten bzw. abstrahierten Räumen und Strukturen wie etwa dem Zahlenstrahl oder dem Alphabet einfacher.

Der kindliche Umgang mit Gegenständen bringt Objekt- und Formerfahrungen mit sich. Damit wird auch der Umgang mit zweidimensionalen Objekten und Formen einfacher, zum Beispiel wenn es um die Unterscheidung von ähnlichen Buchstaben wie b und d geht (Fachhochschule Nordwestschweiz 2009, 8).

Zudem konnte nachgewiesen werden, dass Konzentrationsfähigkeit und Leistungen durch Bewegung verbessert werden (Leyk/Wamser 2003; Pühse 2004), sowie Zufriedenheit und Lernfreude von den Lernenden positiver eingeschätzt wurden (Breithecker, 2004).

Wie lassen sich diese Effekte erklären? Es ist offensichtlich, dass Kinder einen Bewegungsdrang haben. Unaufmerksamkeit, Ablenkung, Unlust, motorische Unruhe und schnelle Ermüdung lassen auf ein unbefriedigtes Bewegungsbedürfnis schließen. Bei zunehmendem

Bewegungsdrang muss immer mehr Aufmerksamkeit auf das Sitzen und die situativen Bedingungen gelenkt werden: Die so gebundene Aufmerksamkeit kann nicht auf den aktuellen Lerngegenstand gerichtet werden. Nur schon kurze Bewegungsphasen können hier ausgleichend wirken, die Zufriedenheit mit der Schule steigern, zu mehr Motivation und Konzentration beitragen.

Bewegung mit bereits geringer Intensität reicht aus, um die Sauerstoff- und Zuckerzufuhr des Gehirns zu verbessern und dadurch die Informationsverarbeitung zu optimieren und die Leistungsfähigkeit zu steigern. Bewegung kann zudem hormonelle und immunologische Prozesse beeinflussen, die zum Abbau von Stress und zu einer Steigerung des psychischen Wohlbefindens führen können. Aus diesen Gründen kann Bewegung nicht nur bei Kindern mit Bewegungsdrang, sondern auch bei Jugendlichen und Erwachsenen zu mehr Konzentration, Lernbereitschaft und Lernerfolg führen. (Fachhochschule Nordwestschweiz, 2009, 17)

Zudem fördert Bewegung den Abbau von Stress.³²

Rollen und Beziehungen

Durch diese hier beschriebenen Unterrichtskonzepte verändert sich Schule vielfältig und dabei verändern sich auch die Rollen aller Beteiligten. Aus Belehrteten werden Handelnde, die Verantwortung für ihren Lernprozess, aber auch das schulische Miteinander übernehmen. 2016 betonte die Kultusministerkonferenz genau diese „Erziehung für die Demokratie [als] zentrale Aufgabe für Schule und Jugendbildung“ (KMK 2016, 2).

Auch die Lehrerrolle verändert sich massiv, denn die Funktion eines Verwaltens von Inhalten, dem Organisieren von Unterricht und der Verabreichung extrinsischer Motivation fällt weg zugunsten der Rolle von Lernbegleitung, Coaching, Ratgeben und Ermöglichung des Lernens. „This trend also implies that educators are increasingly becoming creators, too, and are therefore in the position to lead activities that involve developing and publishing educational content.“ (Johnson et al. 2015, 14)

Nach Burow ist es notwendig,

dass sich Lehrpersonen – auch durch Unterstützung der neuen Technologien – weniger auf das Verteilen von unscharfen Ziffernnoten konzentrieren müssen, sondern lernen, ein kontinuierliches Feedback über individuelle Lernfortschritte zu geben und durch Dialog die Selbstkompetenz der Lernenden zu fördern (Burow 2021, 103).

Dies bedeutet „schrittweise einen Wandel der traditionellen Lehrerrolle vom Unterrichter zum Coach und Lernumgebungsdesigner“ (Burow 2021, 104). Seydel betont diese Veränderung der Rolle, wenn er schreibt:

³² <https://www.bewegteschule.de/>; <https://www.haltungbewegung.de>.

Dieser Paradigmenwechsel von belehrenden zur lernenden Schule hat gravierende Folgen für die Rolle des Lehrers, seine Haltung und Erwartung, seinen Auftritt in der Klasse. Er wird vom Instrukteur zum Lernbegleiter, vom Präsentator zum Arrangeur einer „vorbereiteten Umgebung“, die allererst die Aktivität der Schüler(innen) herausfordert. (Seydel 2011, 15, H. i. O.)

Und Seydel weist darauf hin, dass damit „keineswegs ein Verlust an Autorität und Vorbildrolle einher [geht] (häufig zu Unrecht unterstellt), beides bekommt eine andere Basis“ (Seydel 2011, 15).

Sadar (2018) schlägt in seiner Übersicht Aufgaben für Lehrerinnen und Lehrer im 21. Jahrhundert vor (siehe Tabelle 6).

Tab. 6: Vergleich der Arbeitsweise von traditionellen Lehrenden und Lernenden mit denen im 21. Jahrhundert³³.

	Traditional Teacher/Learner	21st Century Teacher/Learner
1	Sit and Get	Move and Experiment
2	Learner as receptor	Learner as initiator
3	Expectation save for all	Students Movigates Choices
4	Teachers Tell	Students Construct Meaning
5	Product Oriented	Process and Product Oriented
6	Paper/Pencil Driven	Technology Enhanced Learning and Multimedia Driven
7	Explicit Directions	No Limits
8	Isolated Learning Private	Shared Globally Collaborators
9	Complaint	Problem Solver
10	Answers are primary	Questions are primary
11	Closed System	Open System
12	Stayed the same	Changes Constantly
13	Knows facts	Inquirer
14	There is a right way	No right way
15	Wait for results	Immediate Gratification
www.edutech.ac		

33 <https://medium.com/@itsardar/changing-role-of-teachers-in-the-21st-century-5acb47a23a33>.

Auch Erpenbeck und Sauter weisen auf die veränderte Rolle von Lehrerinnen und Lehrern hin:

Sie eröffnen den Lernern Zugänge zu Wissensquellen und zu Lernlandschaften und begleiten die Lernenden auf ihrem Weg der Suche, Erprobung und Aneignung. [...] Die Lernbegleiter, die bisher Lehrer, Dozent oder Trainer genannt wurden, schaffen in diesem Umfeld die Bedingungen für die Selbstorganisation der Lernenden und ermöglichen damit die selbstorganisierten Lernprozesse der Lerner. (Siebert, 2010) Es reicht [...] nicht aus, einfach teilnehmerorientierte, kooperative Lernphasen in den bisherigen Unterricht zu integrieren. Die Lerner müssen vielmehr die Freiheit erhalten, ihre individuellen Lernprozesse, ausgerichtet auf ihre Herausforderungen in Projekten oder in der Praxis, in diesem Ermöglichungsrahmen selbstorganisiert zu gestalten. Die Lernbegleiter können dabei selbstorganisierte Lernprozesse unterstützen, indem sie kompetenzorientierte Lernszenarien ermöglichen, Eigenverantwortung der Lehrlerner zulassen und das soziale Lernen mit Lernpartnern und in Netzwerken fördern. Ihre Kernaufgabe besteht darin, vielfältige Erprobungs- und Handlungsmöglichkeiten zu schaffen indem sie herausfordernde Praxisprojekte initiieren oder die Zusammenführung von Lernen und Arbeiten sowie vielfältige Formen des Erfahrungsaustausches und der Kommunikation ermöglichen. (Erpenbeck/Sauter 2016, 110–111)

Für Gallin und Ruf besteht das Grundproblem, das Veränderungen verhindert, in einer Haltung des Lehrers, die folgendermaßen zum Ausdruck kommt:

Er überfordert sich, weil er sich alles und den Schülern nichts zutraut. Er überschätzt die Wirkung seiner Lektionen und gibt seinen Schülern zu wenig Gelegenheit, den Stoff auf ihre Weise anzupacken und zu verarbeiten. (Gallin/Ruf 1990, 18)

Es bedarf einer entlastenden Rollenveränderung, denn

solange der Lehrer an der irrigen Meinung festhält, er müsse alle Fäden in der Hand halten und das gesamte Geschehen im Unterricht lenken, verwandelt sich das Lernen immer mehr in ein verwickeltes Marionettenspiel. Alle Unterrichtshilfen, alle Lehrbücher und alle didaktischen Ratschläge helfen nichts; im Gegenteil: Sie beschleunigen den Teufelskreis der Überforderung und steigern das Gefühl des Ungenügens. Es muss sich schon in den tieferen Schichten der Lehrerpersönlichkeit etwas ändern: in den Haltungen und Einstellungen, die unbemerkt seine Wahrnehmung und sein Handeln steuern und die kaum je zur Diskussion gestellt werden. Diese anvisierte neue Grundhaltung wird in der folgenden Tabelle konkretisiert und plakativen Kontrast zu Einstellung der gängigen Unterrichtspraxis (Gallin/Ruf 1990, 18).

Gallin und Ruf beschreiben unterschiedliche Grundhaltungen von Lehrenden (siehe Tabelle 7).

Tab. 7: Grundhaltungen von Lehrenden (Gallin/Ruf 1990, 18–19).

Grundhaltungen von Lehrern	
Alle Erwartungen werden in die Lehrperson gesetzt.	Auch dem Stoff und den Schülern wird etwas zuge- traut.
Grundhaltung beim Studium des Lehrmittels	
Die würden uns jedes Jahr mehr Stoff auf.	Das ist sehr verwirrend, diese Fülle von Details.
Wie viele Seiten muss ich pro Woche durchnehmen?	Lässt sich der Stoff nicht auf wenige Kernideen reduzieren?
Grundhaltung bei der Planung einer Einführungslektion	
Wie könnte ich die Schüler für dieses Stoffgebiet motivieren?	Was fasziniert mich persönlich an diesem Stoffgebiet?
Was muss ich durchnehmen?	Was ist der Witz der Sache?
Ich muss die Schüler Schritt für Schritt vom Einfachen zum Komplizierten führen.	Ich muss den Schülern eine einfache Idee vom ganzen Stoffgebiet vor Augen stellen.
Ich weiß, wie ich den Stoff präparieren muss, damit er für die Schüler gut und bekömmlich.	Ich will den Schülern zeigen, wie der Stopp für mich gut und bekömmlich geworden ist.
Grundhaltung im Unterrichtsgespräch	
Ich fordere die Schüler auf: Folgt mir nach!	Ich ermuntere jeden Schüler: Geh Du voran!
Vor welchen Fallen und Fußangel muss ich die Schüler bewahren?	Welche Erfahrungen und Einsichten können die Schüler im Stoffgebiet gewinnen?
Wie muss ich sprechen, damit mich alle Schüler verstehen und meinen Gedanken folgen können?	Wie kann ich dem Stoff eine Chance geben, jeden einzelnen Schüler anzusprechen?
Welche Lösungsmuster müssen von allen Schülern eingefügt werden?	Wie findet jeder Schüler den Weg, der ihn am schnellsten zum Ziel führt?
Grundhaltung bei der Beratung einzelner Schüler	
Ist das Problem im Lehrbuch gelöst?	Wie gehe ich persönlich mit diesem Problem um?
Ich erkläre ihm, wie man das macht.	Ich will wissen, was er bis jetzt gemacht hat.
Irrwege sind zu vermeiden: Das macht man aber nicht so!	Irrwege interessieren mich: Auf diese Idee wäre ich nicht gekommen!
Hat er mich verstanden?	Habe ich ihn verstanden?
Grundhaltung beim Korrigieren	
Wie weit ist der Schüler von der richtigen Lösung entfernt?	Was hat der Schüler aus der Aufgabe gemacht?
Wie groß ist das Defizit?	Was für Qualitäten sind vorhanden?
Eine sehr gute Leistung ist fehlerfrei.	Trotz vieler Fehler kann eine Leistung sehr gut sein.

Spielerische Elemente

Schließlich sei noch kurz auf die Konzepte des *Game-Based Learning* verwiesen, dass spielerische Elemente in der Schule ermöglicht. Für Prensky gibt es drei Gründe, warum es sich lohnt, sich damit auseinanderzusetzen:

1. Digital Game-Based Learning meets the needs and learning styles of today's and the future's generations of learners.
2. Digital Game-Based Learning is motivating, because it is fun.
3. Digital Game-Based Learning is enormously versatile, adaptable to almost any subject, information, or skill to be learned, and when used correctly, is extremely effective. (Prensky 2001, 3)

Wang verweist auf die Möglichkeiten der Verzahnung von spielerischen Elementen und dem projektbasierten Lernen (Wang 2020). Darüber hinaus gibt es vielfältige Veröffentlichungen, die sich mit dieser Thematik beschäftigen (Dörner et al. 2016; Prensky 2006; Gee 2008; 2009; Kelle 2012; Pivec 2004; Burmester et al. 2006)

Lerninhalte

Nachdem das *Wie* des kompetenzorientierten Lernens im 21. Jahrhundert dargestellt wurde, stellt sich abschließend noch die Frage danach, was denn eigentlich inhaltlich in der Schule im 21. Jahrhundert gelernt werden sollte, in einer Welt, in der sich sehr viel sehr rasch wandelt, Wissen rasch veraltet und in der Informationen bei entsprechend vorhandener Informationskompetenz innerhalb von Sekunden aus dem Internet abgerufen werden können.

Diese Frage erfordert immer wieder eine Diskussion und lässt sich sicherlich nicht abschließend beantworten. Vor allem in den Naturwissenschaften ist die enorme Stofffülle und Vernetzung (Flitner 1955) eine große Herausforderung, die Rafols et al. (2010) verdeutlichen. Sie zeigen, dass besonders im naturwissenschaftlichen Bereich die einzelnen Disziplinen eng miteinander verbunden und verzahnt sind, was allerdings auch zunehmend für Sozial- und Geisteswissenschaften zutrifft.

Auf die zukünftig immer notwendiger werdende Vernetzung von Fächern verweist der Baden-Württembergische Bildungsplan 2016 (MKJS 2016): „Diesen Grundgedanken des vernetzten und kumulativen Kompetenzerwerbs greift der Bildungsplan 2016 konsequent durch eine ausgefeilte Struktur von Querverweisen auf.“ (Pant 2016)

Außerdem heißt es im Beschluss der Kultusministerkonferenz:

Für den schulischen Bereich gilt, dass das Lehren und Lernen in der digitalen Welt dem Primat des Pädagogischen – also dem Bildungs- und Erziehungsauftrag – folgen muss. Das heißt, dass die Berücksichtigung des digitalen Wandels dem Ziel dient, die aktuellen bildungspolitischen Leitlinien zu ergänzen und durch Veränderungen bei der inhaltlichen und formalen Gestaltung von Lernprozessen die Stärkung der Selbstständigkeit zu fördern und individuelle Potenziale innerhalb einer inklusiven Bildung auch durch Nutzung digitaler Lernumgebungen besser zur Entfaltung bringen zu können. (KMK 2016, 9)

Bildung bedeutete schon für Humboldt eine souveräne Auseinandersetzung mit Herausforderungen und ein Wissen um Zusammenhänge und Zugangsformen. So empfehlen Fadel et al. diese Auseinandersetzung mit Konzepten und Metakonzepten in der Schule:

Meta-Konzepte sind Konzepte, die von ihrem Wesen her nicht auf ein Thema begrenzt sind, sondern für eine ganze Disziplin und manchmal darüber hinaus auch für andere Disziplinen relevant sind. Ein solches Meta-Konzept aus der Mathematik ist der Beweis. Die Grundidee eines soliden Beweises ist nicht nur im gesamten Feld der Mathematik, sondern auch darüber hinaus anwendbar. Beispielsweise müssen Lernende auch in der Philosophie eine Argumentation erarbeiten können, bei der jede Komponente auf einer vorherigen Komponente aufbaut. Sie lernen, die Argumentation anderer kritisch zu prüfen, indem sie nach logischen oder unbegründeten Behauptungen suchen. Diese Form des logischen Denkens kann auch genutzt werden, um Aussagen im öffentlichen Raum von der Werbung bis zur Politik auf den Prüfstand zu stellen. (Fadel et al. 2017, 91)

Und eben dies kann in der Auseinandersetzung mit Phänomenen und *Driving Questions* ermöglicht werden. An exemplarischen Beispielen lernen, Strukturen erkennen und verstehen (Vester, 1996; 2002), mit Kernideen arbeiten (Gallin 2006; Gallin/Ruf, 1999), und sich Gebiete erschließen – dies sind alles keine neuen Ideen, gewinnen aber in der Welt, die durch rasche Veränderungen und Komplexität geprägt ist, zunehmend an Bedeutung.

Zudem verweisen Trilling et al. darauf, dass Wissen stets in Kombination mit Kompetenzen erworben werden sollte, denn

wenn Wissen nur passiv erworben wurde, ohne dass Skills daran beteiligt sind, wird es oft nur oberflächlich erlernt. Das Wissen mag auswendig gelernt sein, ist aber nicht verstanden worden, es ist nicht leicht wiederverwendbar und nur von kurzer Dauer. Daher kann es nicht in neue Umgebung übertragen werden. Ein tiefes Verständnis und Anwendung auf die echte Welt erfolgen nur, wenn Skills auf inhaltliches Wissen angewendet werden, so dass sich beide gegenseitig verstärken (Fadel et al. 2017, 124).

Und in der Dagstuhl-Erklärung werden Forderungen an die Schulen in der digitalen Welt gestellt, wenn es dort heißt:

In gemeinsamer Verantwortung von Medienpädagogik, Informatik und Wirtschaft fordern wir:

1. Bildung in der digitalen vernetzten Welt (kurz: Digitale Bildung) muss aus technologischer, gesellschaftlich-kultureller und anwendungsbezogener Perspektive in den Blick genommen werden.
2. Es muss ein eigenständiger Lernbereich eingerichtet werden, in dem die Aneignung der grundlegenden Konzepte und Kompetenzen für die Orientierung in der digitalen vernetzten Welt ermöglicht wird.
3. Daneben ist es Aufgabe aller Fächer, fachliche Bezüge zur Digitalen Bildung zu integrieren.
4. Digitale Bildung im eigenständigen Lernbereich sowie innerhalb der anderen Fächer muss kontinuierlich über alle Schulstufen für alle Schüler_innen im Sinne eines Spiralcurriculums erfolgen.
5. Eine entsprechend fundierte Lehrerbildung in den Bezugswissenschaften Informatik und Medienbildung ist hierfür unerlässlich. Dies bedeutet:
 - a) Ein eigenständiges Studienangebot im Lehramtsstudium, das Inhalte aus der Informatik und aus der Medienbildung gleichermaßen umfasst, muss eingerichtet werden.
 - b) Die Fachdidaktiken aller Fächer und die Bildungswissenschaften müssen sich der Herausforderung stellen und Forschung und Konzepte für Digitale Bildung weiterentwickeln.
 - c) Umfassende Fort- und Weiterbildungsangebote für Lehrkräfte aus technologischer, gesellschaftlich-kultureller und anwendungsbezogener Perspektive müssen kurzfristig eingerichtet werden. (Brinda et al. 2016, 1)

Die veränderten Perspektiven auf den Lehr-Lernprozess machen deutlich, dass nicht nur didaktische Dimensionen eine Rolle spielen, sondern auch das Umfeld, in dem Lernen stattfindet. Die Atmosphäre der Umgebung spielt dabei eine signifikante Rolle. Ob in der starr strukturierten Flurschule oder in einer offenen Lernlandschaft gelernt wird, macht immense Unterschiede. Im Folgenden soll deshalb auf zentrale Dimensionen der Raumgestaltung eingegangen werden.

Grundlagen der Raumgestaltung

Raum als Rahmung

Die Gestaltung von Räumen und besonders Schulräumen ist kein triviales Unterfangen, da es vor allem in Schulräumen auch darum geht, die Schülerinnen und

Schüler ganzheitlich zu fördern. Dabei spielt der Raum keine unerhebliche Rolle und ist letztendlich einer der wichtigen Elemente für gelingende Lern- und Bildungsprozesse. Die Bedeutung des Raumes wird auch daran deutlich, dass das Verhältnis von Mensch und Raum seit der Antike thematisiert wird (Rau 2017). Im Diskurs über dieses Verhältnis tritt immer deutlicher zu Tage, dass in der Analyse oft zwischen dem abstrakten, mathematisch berechenbaren Raum und dem erlebten Raum unterschieden wird (Bollnow 1963, 16). Für Löw ist Raum „*eine relationale (An)Ordnung von Lebewesen und sozialen Gütern*“ (Löw 2012, 154, H. i. O.), das heißt, Raum ist eben auch „*eine relationale (An)Ordnung von Körpern, welche unaufhörlich in Bewegung sind, wodurch sich die (An)Ordnung selbst ständig verändert*“ (Löw 2012, 131). Doch wird gerade der Schulraum häufig als ein Raum angesehen, in dem Bewegung nicht stattfinden soll.

Für Schroer liegt im lange präferierten *Modell des Behälterraums* – wie es auch meistens in der Schulplanung seinen Niederschlag findet – „die Betonung auf der Zurichtung der Körper“, während für ihn im relationalen Konzept des Raums „umgekehrt die kreativen Anteile der Individuen mittels ihrer Körper bei der Konstitution räumlicher Strukturen“ im Fokus stehen (Schroer 2019, 14). Er weist darauf hin, dass sowohl der Raumdeterminismus des Behälterkonzepts als auch der Raumvoluntarismus des relationalen Raumkonzepts Engführungen sind (Schroer 2019, 15). Vielmehr geht es darum, die soziale Konstruktion von Raum mit all seinen Facetten in den Blick zu nehmen (Schroer 2019, 47) und dabei „den *Blick für Machtverhältnisse* in und zwischen Räumen“ (Schroer 2019, 49, H. i. O.) zu richten. Dies sind Aspekte, die gerade für die Entwicklung von Raumstrukturen in Schulen von großer Relevanz sind.

Der erziehungswissenschaftliche Diskurs tut sich von jeher mit der Beschäftigung mit Raum als zentraler Dimension pädagogischen Handelns schwer und dies, obwohl Architektur Bildung in besonderem Maße formiert: „Erst die Architektur erlaubt die Standardisierung und Serialität von Lehr- und Lernprozessen, die für moderne Gesellschaften so zentral sind“ (Nugel 2014, 13). Was manchmal aus dem Blick gerät ist, dass Räume und damit auch Schulen bewusst geplant und gestaltet werden. Doch geht es dabei eben nicht nur um die Architektur, sondern auch um den pädagogisch gestalteten Raum (Göhlich 2009, 89).

Geprägt wurde der moderne Schulbau vom preußischen Schulbau des späten 19. Jahrhunderts, der vor allem den Typus der Schulkaserne darstellte (Göhlich 2009, 95). Diese Art von Schulbau und Raumanordnung ist auch heute noch dominant, auch wenn es vielfältige Aktivitäten gab und gibt, neue Wege zu gehen (Burgdorff 2012; Montag Stiftung 2012). Die Reduktion von klassischen Kurs- und Klassenräumen, um offene Lernzonen zu schaffen, die Gruppenarbeit ermöglichen, ist eine Entwicklung, die vor allem in Skandinavien umgesetzt wird (Burgdorff 2012, 31–32).

Um Räume in ihrer präformierenden Funktion für Lernen, Lehren und Kommunikation wahrnehmen zu können, ist es wichtig, nicht nur die soziale Dimension, sondern auch das Wissen über Räume und deren Nutzungsoptionen bei der Aneignung von Räumen im Blick zu behalten. Für Schroer entsteht Räumlichkeit eben „erst über das Zusammenwirken von Körpern, Materialitäten und Wissensbeständen“ (Schroer 2019, 74). Dies zeigt sich zum Beispiel, wenn ehemalige Schülerinnen und Schüler, die in der Schule sehr flexible Lernsettings erlebt haben, an die Hochschule kommen und dann irritiert sind, wenn sie Dozentinnen und Dozenten in einem Hörsaal 90 Minuten bei einer Vorlesung zuhören müssen. Schülerinnen und Schüler, die in ihrer Schulzeit vor allem Frontalunterricht erlebt haben, haben damit weniger Probleme. Diese haben dann allerdings oft Probleme mit offenen projektorientierten Lernsettings und Raumstrukturen. Das individuelle „Raumwissen“ sowie die Gestaltung und Materialität des Raumes formiert eben Erwartungen sowie das Agieren in Räumen. Vor diesem Hintergrund betrachtet, stellt die Schule auch die Einrichtung dar, die das Bewegen des Körpers im Raum vielfältig und sehr stark präformiert und damit auch eine Raumpraxis kulturell verankert. So hatte die klassische Schulkaserne mit teilweise auch am militärischen Drill orientierten Lehrmethoden eben auch Auswirkungen auf die Persönlichkeit der Schülerinnen und Schüler – dies war im 19. Jahrhundert auch gewünscht. Lange wurde die soziale Dimension des Schulraumkontextes wenig berücksichtigt. Auf die Bedeutung des Sozialen im Raumkontext nimmt Reckwitz Bezug:

Wenn das Soziale soziale Praktiken sind, dann gewinnen diese ihre relative (wenngleich keineswegs vollständige) Reproduktivität in der Zeit und im Raum durch ihre materiale Verankerung in den mit inkorporierten Wissen ausgestatteten Körpern, die – in der Dauer ihrer physischen Existenz – praxiskompetent sind, und in den Artefakten, in denen sich – deren Haltbarkeit oder Erneuerbarkeit vorausgesetzt – Praktiken über Zeit und Raum hinweg verankern lassen. (Reckwitz 2003, 291)

So ist Raumnutzung eben nicht nur durch individuelle Erfahrungskontexte, sondern auch durch kulturelle Praktiken geprägt. Besonders in der Schule hat sich über die letzten Jahrhunderte eine Raumkultur etabliert, die nur schwer zu verändern ist – vor allem dann, wenn die Schule noch eine Schulkaserne ist –, aber vor allem vor dem Hintergrund des Verhältnisses von Körper und Raum verändert werden sollte.

Körper und Raum

Räume rahmen körperliche Aktivitäten sowie – vor allem in der Schule – Wissensgenerierung und Persönlichkeitsentwicklung. Räume können dabei begrenzend und demotivierend, aber auch öffnend und anregend wirken, wie dies Grueveska beschreibt:

Zum einen bieten Räume dem Menschen nicht bloß Schutz und Orientierungspunkte, sondern sie definieren ihn auch, indem sie ihn wortwörtlich ein-, aus- und begrenzen. Räume und Menschen stehen in einem Verhältnis der gegenseitigen Demarkation, einer Grenzziehung, die jedoch nicht bloß einschränkend, sondern auch öffnend zu wirken vermag. (Grueveska 2019, 1)

Wenn wir das Verhältnis von Körper und Raum genauer betrachten, ist zu berücksichtigen, dass dem Körper Erfahrungen eingeschrieben sind, mit denen der Mensch seine Umwelt und damit auch Räume mitgestaltet. Es zeigt sich im Schulalltag immer wieder, wie Erfahrungen und Konzepte des Umgangs mit Raum und Möblierung den Alltag bestimmen – bis hin zu Vandalismus. Löw macht deutlich, dass, wenn sich Menschen mit ihren Körpern im physischen Raum bewegen, sie sie immer in Beziehung zum Raum und den in ihm vorhandenen sozialen Gütern stehen (Löw 2012, 155):

Menschen als Bestandteile einer Raumkonstruktion weisen dabei die Besonderheit auf, daß sie sich selbst plazieren und Plazierungen verlassen. Darüber hinaus beeinflussen sie mit Mimik, Gestik, Sprache etc. die Raumkonstruktionen. Wenngleich Menschen in ihren Bewegungs- und Entscheidungsmöglichkeiten aktiver sind als soziale Güter, so wäre es dennoch eine verkürzte Annahme, würde man soziale Güter als passive Objekte den Menschen gegenüberstellen. Auch soziale Güter entfalten eine Außenwirkung zum Beispiel in Gerüchen und Geräuschen und beeinflussen in dieser Weise die Möglichkeiten der Raumkonstruktionen. (Löw, 2012, 155)

Wenn sich Menschen in Räumen aufhalten und bewegen, spielen nicht nur visuelle Wahrnehmung, sondern auch auditive und olfaktorische Wahrnehmungen eine Rolle. So werden Räume multimodal erfasst und in Erfahrungsmuster eingeordnet.

Raumnutzungen und damit die individuelle Konstitution von Räumen erfolgen in der Regel nicht allein, sondern in (unbewussten) Aushandlungsprozessen mit anderen (Löw 2012, 228). Wie stark diese Aushandlungsprozesse kulturell geprägt sind, zeigt sich am Umgang mit „Unordnung“. Während die einen immer wieder versuchen, durch eine „ordentliche“ Anordnung von Möbeln wieder eine Ordnung herzustellen, die in sie eingeschrieben ist, irritiert diese Unordnung andere nicht – vielmehr sehen sie das kreative Potenzial darin. Unter der Perspek-

tive, dass Kreativität immer wieder als eine wichtige Kompetenz eingestuft wird, verwundert es immer wieder, dass in Bildungskontexten die formale Ordnung der Möblierung einen sehr hohen Stellenwert hat – bis hin zu Räumen, in denen auf dem Boden angezeichnet wird, wo die Tische zu stehen haben.

In der Schule kommt meistens noch dazu, dass die Positionierung der Schülerinnen und Schüler im Raum von der Institution beziehungsweise den Lehrerinnen und Lehrern vorgegeben wird und permanente Veränderung nicht erwünscht ist. Dies kann bei einer starren Sitzordnung während des Schuljahrs nachhaltige Konsequenzen haben. So entscheidet nicht selten die Positionierung im Raum, wie die Lehrerinnen und Lehrer oder Mitschülerinnen und Mitschüler akustisch verstanden werden:

[...] die Stimme der Lehrkraft aber von einer Stelle ausgesendet wird und – je nach Raumgröße und Lehrposition – bis zu Schülern in der letzten Reihe unter Umständen einen Weg von bis zu 8 m zurückzulegen hat. Bei unverändertem Grundgeräusch bedeutet dies entweder eine deutliche Mehrbelastung der Stimme der Lehrkraft, was auf Dauer nicht ohne gesundheitliche Folgen geschehen kann, oder einen gestörten Informationsfluss zu weiter entfernten Schülern und dadurch eingeschränkte Lernbedingungen (Tiesler/Oberdorster 2010, 11).

Kulturelle Praktiken und Rahmungen sowie Erfahrungsstrukturen prägen das Agieren des Körpers im physischen Raum. Dieser physische Raum kann nie verlassen werden, sondern in ihm muss immer agiert werden. Selbst, wenn wir den aktuellen Raum verlassen, befinden wir uns im nächsten Raum, in dem wir uns wiederum verhalten müssen. In der Schule sind die Verhaltensoptionen – normalerweise – eingeschränkt. Dies entlastet auf der einen Seite, da es klare Regeln gibt, wie sich dort verhalten werden muss, auf der anderen Seite begrenzt dies Entwicklungsoptionen, da nur bedingt neue Raumnutzungen erfahren werden können. Oft wird jede nicht normgerechte Raumnutzung als Störung und weniger als Option verstanden.

Auch in Bezug auf den digitalen Raum müssen wir, auch wenn wir dort nicht körperlich anwesend sind, mit unserem Körper im physischen Raum agieren. Welche Begrenzungen es hier auch in Bezug auf Schulunterricht gibt, zeigte die COVID-19-Pandemie.

Mit Techniken der Augmented und der Virtual Reality wird versucht, die Immersion in den digitalen Raum zu verbessern. Welche Herausforderungen solche Entwicklung haben könnte, hat Rheingold bereits 1992 gestellt:

Die Virtuelle Realität ist eine wichtige Schwelle für die Entwicklung der Mensch-Computer-Symbiose. Doch eine Symbiose ist ein Austauschprozeß in zwei Richtungen. Wenn ein Organismus, auch ein künstlicher, auf Kosten eines anderen existiert, ohne selbst etwas zu der Beziehung beizusteuern, ist die Beziehung parasitär. Zwei Fragen, die sich aus einer Unter-

suchung der Virtuellen Realität ergeben, sind eng miteinander verbunden: Wie werden die VR-Werkzeuge und -Umgebungen unsere Art zu leben, zu denken und zu arbeiten beeinflussen? Und wie wird der Cyberspace die Art, wie wir die Welt erfassen, unser Selbstverständnis als fühlende, denkende und kommunizierende Wesen verwandeln? (Rheingold 1992, 594–595)

Sherman und Judkins wiesen ebenfalls bereits vor zwanzig Jahren auf zentrale Problemstellungen beim Eintauchen in virtuelle Welten hin:

VR-Benutzer befinden sich in zwei Wirklichkeiten zur gleichen Zeit. Sie treten mit ihrem physischen Körper in eine virtuelle Welt ein und beschäftigen Augen, Ohren und Hände ausschließlich im Rahmen dieser virtuellen Wirklichkeit. Aber ihre Füße (oder ihr Allerwertester) sind fest in der ‚realen‘ Wirklichkeit verwurzelt. (Sherman/Judkins 1993, 149, H. i. O.)

Diese Verortung im physischen Raum gilt es mit im Blick zu haben, wenn digitale Lernangebote entwickelt werden. Besonders Schule ist hier herausgefordert, Lernprozesse an der Schnittstelle des physischen und digitalen Raums zu gestalten. Dazu bedarf es der unter anderem der Gestaltung des pädagogischen Raums.

Der pädagogische Lehr-Lernraum

Der pädagogische Raum beziehungsweise der Lehr-Lernraum sind idealerweise (didaktisch) gestaltete Lernumgebungen, die Lernen zielgerichtet unterstützen. Lernen findet immer in physischen Umgebungen statt (Stang 2017). Der physische Lernraum wird dabei von den Lernenden konstruiert. Mit Bezug auf interaktions- und handlungstheoretische Raumtheorien entsteht „ein pädagogischer Raum erst durch die Aneignungspraxis der einzelnen Lernenden“ (Nugel 2015, 62). In Bildungseinrichtungen wie Schulen werden diese Räume idealerweise unter einer didaktischen Perspektive gestaltet. Dies gilt auch für den digitalen Raum, wenn unter anderem Lernplattformen zur Verfügung gestellt werden.

Das Arrangieren von physischen und digitalen Zugängen zu Lernen ist eine Herausforderung, die kulturelle, soziale und politische Bedeutung hat. Grundlage für die Gestaltung von Lernumgebungen bilden idealerweise lerntheoretische Zugänge (Stang 2016, 24–37).

- So fokussiert sich die Gestaltung von Lernarrangements auf der Basis des *Behaviorismus* auf die Lehrsituation, das heißt, das Lehren steht im Zentrum und die Lernenden konzentrieren sich auf das Lernen dessen, was ihnen die Lehrenden vermitteln. Als physische Lernarrangements lassen sich bei einem solchen Verständnis von Lernen in der Schule klassische Klassenzimmer aus-

machen, bei denen die Lernenden auf die Lehrenden ausgerichtet sind und Frontalunterricht die prägende Lehrform ist.

- Unter der Perspektive des *Kognitivismus* rückt die Kommunikationssituation zwischen Lehrenden und Lernenden in den Fokus, das heißt, die Lehrenden knüpfen an die Lebenswelt der Lernenden an, bringen Informationen ein und lassen die Lernenden Problemstellungen auch selbständig bearbeiten. Als Lernarrangements lassen sich auf der Basis eines solchen Verständnisses von Lernen Schulräume ausmachen, in denen die Raumkonstellationen von Frontalunterricht bis zur Gruppenarbeit unterschiedliche Lehr-Lern-Formen zulassen.
- Lernarrangements auf der Basis des *Konstruktivismus* rücken die Lernenden in den Mittelpunkt, das heißt, von den Lehrenden werden Aufgaben gestellt, die dann von den Lernenden individuell beziehungsweise in Gruppen bearbeitet werden. Die Lehrenden begleiten den Lernprozess und beraten die Lernenden, wenn diese Fragen haben. Frontalunterricht ist mit Blick auf diesen Zugang die absolute Ausnahme. Als Lernarrangement lassen sich unter einem solchen Verständnis von Lernen flexible Schulräume und offene Lernlandschaften ausmachen, in denen die Lernenden methodisch vielfältig ihre Fragestellungen auch in Kommunikation mit anderen Lernenden und den Lernbegleitenden (früher: Lehrenden) bearbeiten können.
- Die Gestaltung von Lernarrangements auf der Basis des *Konnektivismus*, der eng mit der Lerntheorie des Konstruktivismus verbunden ist, fokussiert auf den Einsatz digitaler Medien, die von den Lernenden genutzt werden, um ihren Lernprozess zu gestalten. Die Arbeit in Gruppen ist ein zentrales Element dieses Ansatzes. Die Lehrenden liefern Material, moderieren gegebenenfalls Kommunikationsprozesse und beraten die Lernenden. Als Lernarrangements lassen sich auf der Basis eines solchen Verständnisses von Lernen zunächst der digitale Raum, mit Lernplattformen und Social-Media-Anwendungen, sowie im physischen Bereich flexible Klassenräume und offene Lernlandschaften ausmachen. Die Lernenden sollen methodisch vielfältig ihre Fragestellungen auch in Kommunikation mit anderen Lernenden bearbeiten können und dabei die Möglichkeiten digitaler Medien nutzen.

Die Frage nach der Gestaltung des pädagogischen Raums erweist sich vor diesem Hintergrund als nicht trivial, da sowohl der lerntheoretische Zugang und das didaktische Konzept, als auch die architektonischen Rahmenbedingungen darauf einwirken. Diese werden aber zentral durch Vorgaben gesteuert, die auf der einen Seite vom Bildungsministerium des jeweiligen Bundeslandes, als auch durch die Schulverwaltungs- und Schulbauämter präformiert werden. Durch sie werden die zentralen Stellschrauben für die zukünftige Schulentwicklung gestellt. Die

Schulen und Lehrenden können letztendlich nur im Rahmen dieser Präformierungen agieren.

Funktionen der Raumgestaltung

Die Raumgestaltung hat Einfluss auf viele Faktoren des Lehr-Lernprozesses. Sie kann Funktionen begrenzen oder Optionen eröffnen. Letztendlich ist es immer eine pädagogische Entscheidung, welche Funktionen zum Tragen gebracht werden können beziehungsweise sollen. Der Raum sollte dabei die Optionen so wenig wie möglich einschränken. Da allerdings viele Schulgebäude schon älter sind, geht es bei der Gestaltung dieser Gebäude und der Klassenräume darum, das Optimum an Optionen herauszuholen.

Multioptionalität ist eine der zentralen Herausforderungen für die Schule der Zukunft. Die Montag Stiftung hat die zentralen Eckpunkte der Entwicklung in zehn Thesen formuliert:

- These 1: Lernen benötigt viele und unterschiedliche Perspektiven, Zugänge und Ergebnisse.
- These 2: Gelernt wird allein, zu zweit, in der Kleingruppe, mit dem ganzen Jahrgang, jahrgangsübergreifend und auch im Klassenverband.
- These 3: Ganztagsschule heißt Lernen, Bewegen, Spielen, Toben, Verweilen, Reden, Essen und vieles mehr – in einem gesunden Rhythmus.
- These 4: Schulbuch und Kreidetafel werden ergänzt durch Tablet-PC, Smartboard und andere Neue Medien.
- These 5: Förderung in einer inklusiven Schule geschieht in heterogenen Gruppen.
- These 6: Kulturelles und ästhetisches Lernen muss durch Pädagogik und Architektur vermittelt werden.
- These 7: Lernen in Gesundheit und Bewegung findet in anregender und weiträumiger Umgebung statt.
- These 8: Demokratisches Lernen benötigt eine demokratische Schule.
- These 9: Schule ist im Umgang mit Umwelt und Technik ein Vorbild.
- These 10: Schule öffnet sich zur Stadt – die Stadt öffnet sich zur Schule. (Montag Stiftung, 2012, 26)

Die hier formulierten Thesen machen deutlich, dass die Raumgestaltung bei der Weiterentwicklung von Schule eine zentrale Bedeutung hat.

Im Folgenden sollen wichtige Funktionsdimensionen von Schulen in Bezug auf Raumgestaltung und Möblierung kurz erläutert werden. Denn die räumliche Rahmung dieser Funktionen ist für die Zukunft von Schule elementar.

Kommunikation

Die Grundlage von Lernprozessen ist die Kommunikation. Diese findet in der Schule mit den Lehrerinnen und Lehrern, mit den Klassenkameradinnen und Klassenkameraden, mit den Mitschülerinnen und Mitschülern, aber auch mit dem Verwaltungspersonal und zum Beispiel mit den Hausmeisterinnen und Hausmeistern statt. Dabei wurden lange Kommunikationsstrukturen, die sich außerhalb des Unterrichtsgeschehens bilden, kaum in Raumplanungen integriert. Inzwischen wird der soziale Raum Schule stärker adressiert und es wird auch Wert darauf gelegt, wie auch Kommunikationszonen gestaltet werden können, die nicht im Klassenraum verortet sind. Gruppentische, Chillzonen, Sitzmöglichkeiten im Außenbereich sind wichtige Elemente, die Kommunikation fördern können.

Inspiration

Lernen braucht Inspiration. Überraschendes, das neue Perspektiven eröffnet, ist dabei oft ein Lernanlass. Dieses Überraschende zu gestalten ist eine Herausforderung für die Lehrerinnen und Lehrer. Zu dem Überraschenden kann auch zählen, dass der Klassenraum plötzlich völlig anders gestaltet ist und Sitzordnungen durchbrochen werden. Dies ist allerdings nur möglich, wenn die Möblierung flexibel ist und die *teaching zone* (Bereich der Lehrenden) und *learning zone* (Bereich der Lernenden) (Kraus 2015, 28) aufgelöst werden. Projektorientiertes Lehren und Lernen kann den Rahmen für Überraschendes schaffen.

Information

Inputphasen gehören bei der Wissensvermittlung dazu, auch wenn sich selbsterarbeitetes Wissen stärker einprägt. Lehrerinnen und Lehrer liefern strukturierte Informationen. Doch ist dabei zu berücksichtigen, dass die Aufmerksamkeitsspanne bei Schülerinnen und Schülern begrenzt ist.

Der Methodenwechsel, auch als „Sandwich-Prinzip“ bekannt (Wahl 2020, 16), kommt heute im Unterricht vielfältig zum Einsatz, doch reduziert sich die Aktivität der Vertiefung oft auf Einzel- und Partnerarbeit, da Gruppenarbeit durch die Möblierung oft nicht schnell umsetzbar ist. Doch gerade Gruppenarbeit kann dazu beitragen, dass verschiedene Perspektiven verknüpft werden können. Dabei können sich die Lehrerinnen und Lehrer zurücknehmen und als Lernbegleiterin-

nen und Lernbegleiter fungieren. Veränderte Raumkonstellationen und Möblierungskonzepte können die didaktisch-methodischen Optionen erweitern.

Präsentation

Nicht nur die Lehrerinnen und Lehrer präsentieren in Inputphasen Informationen, auch Schülerinnen und Schüler präsentieren Ergebnisse ihres Lernprozesses, seien es eigene, individuelle Arbeitsergebnisse oder auch Gruppenergebnisse. Dabei können unterschiedliche Medien eingesetzt werden: Tafel, Whiteboards, Displays, Pinnwände, Flipcharts etc. Neben Whiteboards, Pinnwänden und Flipcharts sind vor allem interaktive Displays, die sowohl beschreibbar, als auch als Präsentationsdisplay genutzt werden können, eine sehr gute Option. Wenn diese noch mobil sind, also im Raum flexibel eingesetzt werden können, können auch Präsentationen in unterschiedlichen räumlichen Szenarien realisiert werden. Pinnwände und Flipcharts können auch an der Wand verankert sein. Allerdings sind auch diese, wenn sie mobil sind, im Raum flexibel einsetzbar, so dass Gruppenarbeiten noch besser realisiert werden können.

Kollaboration

Gruppenarbeit, Aufgaben gemeinsam diskutieren und lösen oder gemeinsam Probleme bearbeiten sind wichtige Faktoren des Lernens. Da Kommunikation eine der zentralen Grundlagen von Lernen ist, sind es besonders die Kollaborationsformate, die Lernprozesse unterstützen. Lehrerinnen und Lehrer nehmen dabei eine unterstützende Funktion ein, beraten die Schülerinnen und Schüler bei der Bewältigung der Aufgabe. Lösungswege werden nicht vorgegeben, sondern Lösungsoptionen angeregt. Kollaboratives Arbeiten erfordert auch spezifische Raumstrukturen mit Gruppenarbeitsplätzen. Idealerweise lassen sich diese aus Einzelarbeitsplätzen flexibel zusammenstellen.

Vor allem, wenn mit dem ganzen Jahrgang oder klassen- beziehungsweise jahrgangsübergreifend gearbeitet werden soll, werden völlig neue Raumszenarien notwendig, die sich von der klassischen Flurschule grundlegend unterscheiden. Hier wird Schule dann in verschiedene Aktivitätszonen unterteilt, die Einzelarbeit, Teamarbeit, Gruppenarbeit aber auch Entspannung ermöglichen.

Konzentration (Einzellernen)

Lernen ist immer ein individueller Prozess, der im Austausch mit anderen optimiert werden kann. Trotzdem sollte es auch in der Schule die Möglichkeit geben, konzentrierte Lernphasen individuell zu gestalten. Dies können Lernplätze im Klassenraum oder der Schulbibliothek sein, es können aber auch Ruhezonen gestaltet werden, die mit unterschiedlichen Möbeln und Einrichtungsgegenständen wie Sofas, Highbacks, Sitzsäcken etc. gestaltet werden können.

Beratung

Je stärker didaktisch-methodische Lehr-Lernkonzepte vom Frontalunterricht weggehen, desto größeren Bedarf gibt es an der Lernbegleitung. Lehrerinnen und Lehrer können sich viel besser auf die individuellen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler eingehen. Die Lernbegleitung kann bei Gruppenarbeiten jeweils bei der Gruppe realisiert werden, das heißt, dass Lehrerinnen und Lehrer sich zur jeweiligen Gruppe setzen können. Bei Individualberatungen ist es notwendig, das je nach Thema auch etwas abgeschottete Beratungsplätze zur Verfügung stehen. Hierzu bieten sich Highback-Sitzmöglichkeiten an, die in unterschiedlichen Raumkontexten im Schulgebäude zur Verfügung gestellt werden können.

Entspannung / Erholung

Entspannung und Erholung ist für Lernen elementar. Deshalb sollte es auch in der Schule Raum- und Möblierungsangebote geben, die es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, zum Beispiel in Pausen und Freistunden zu entspannen. Normalerweise wird versucht, dies im Außenbereich wie dem Schulhof zu realisieren. Doch sind dort auch oft Möglichkeiten begrenzt. Es ist natürlich unmöglich, allen Schülerinnen und Schülern gleichzeitig Entspannungsmöglichkeiten zu bieten. Trotzdem sollte konzeptionell geplant werden, wie und wo Entspannungsiseln gestaltet werden können. Dies könnten zum Beispiel auch Sitzsäcke im Klassenzimmern sein. Doch auch eine Aula könnte als Entspannungslandschaft gestaltet werden.

Bewegung

Bewegung ist ein wichtiges Element beim Lernen. Gerade das Kippeln auf Stühlen zeigt, dass viele Schülerinnen und Schüler auch beim Sitzen Bewegungsdrang verspüren. Was oft als Unkonzentriertheit abgetan wird, erweist sich als wichtiges Element dieser „stillsitzenden Bewegung“. Schülerinnen und Schüler benötigen Bewegungsräume. Man kennt die Aktivitätsexplosionen von Schülerinnen und Schülern, wenn der Schultag an der Schule zu Ende oder es in die Pause geht. Dies macht deutlich, dass sich Schülerinnen und Schüler in der normalen Lernumgebung im Klassenraum in ihrem Bewegungsdrang einschränken müssen.

Spiel

Spiele gehören zu den Grundlagen menschlicher Existenz. Gerade Kinder erfahren und begreifen Welt vor allem durch Spielen. Deshalb liegt es auch nahe, das Spielen als wichtiges Element von Schule zu sehen. Doch es erstaunt, wie wenig das Spielen als didaktisch-methodisches Element eingesetzt wird. In diesem Kontext wird heute viel von Gamification gesprochen.

Neben der Integration von Onlinespielformaten im Unterricht, lassen sich auch im physischen Raum Spielelemente integrieren. Diese können sowohl unter Nutzung von zum Beispiel Tablets, aber auch ohne technische Unterstützung realisiert werden, wie zum Beispiel Suchspiele im Schulareal oder Escape Room-Angebote. Der Kreativität bei der didaktisch-methodischen Gestaltung sind hier keine Grenzen gesetzt. Allerdings bedarf es auch hier Raumszenarien, die flexible Arrangements zulassen.

Perspektiven

Die hier sicher nicht vollständig präsentierten Funktionsdimensionen von Schule zeigen deutlich, wie zentral Raumsettings sind, um diese Funktionen zu erfüllen. Mit der klassischen Möblierung lassen sich die Herausforderungen nur bedingt bewältigen. Das heißt aber nicht, dass nun alle Schulräume neu möbliert werden müssen. Vielmehr ist darauf zu schauen, wie die Räume gestaltet werden sollten, um dem jeweiligen didaktisch-methodischen Konzept des Unterrichts gerecht zu werden. Eine weitgehend mobile Einrichtung erlaubt es, auf unterschiedliche Anforderungen flexibel zu reagieren. Doch insgesamt sind es mehrere Elemente, die bei der Gestaltung von Schulen zu berücksichtigen sind.

Fazit

Wie Schulen in Zukunft den Schülerinnen und Schülern helfen werden, die gesellschaftlichen, ökonomischen und technologischen Herausforderungen zu meistern, wird davon abhängen, wie die Auseinandersetzung mit diesen Herausforderungen konzeptionell und didaktisch gerahmt werden wird.

Aus wissenschaftlicher Perspektive liegt auf der Hand, dass der klassische Frontalunterricht den individuellen Kompetenzen der Schülerinnen und Schülern nicht mehr gerecht wird. Vielmehr wird es in Zukunft zunehmend darum gehen, Lernschwächere zu unterstützen, ihre Potenziale zu entwickeln, und Lernstärkeren ein Umfeld zu bieten, in dem sie ihre Potenziale ausschöpfen können.

Um dies zu gewährleisten, bedarf es veränderter Konzepte, die auch schon in einzelnen Schulen umgesetzt werden. Allerdings können solche Konzepte in der Regel nicht 1:1 übernommen werden, sondern jede Schule muss entsprechend der Schülerschaft, der Lehrerschaft und des Umfeldes ein eigenes Konzept entwickeln. Dabei können die in diesem Beitrag vorgestellten Aspekte als Orientierung dienen. Wichtig ist es, sich im Klaren darüber zu werden, welche Kompetenzen in der Schule erworben werden sollen, mit welchen pädagogischen Konzepten dies realisiert werden soll und in welchen Raumkontexten dies geschehen kann. Sicher können bei Neubauten viele dieser Aspekte auch raumkonzeptionell berücksichtigt werden, doch auch in Bestandsbauten lässt sich vieles Umsetzen – oft reicht schon eine veränderte Möblierung.

Allerdings geht es dabei nicht nur um materielle Perspektiven, sondern im Zentrum steht der Geist beziehungsweise die Kultur, mit dem die Veränderungen in Angriff genommen werden. Dazu gehören unter anderem Risikobereitschaft, Innovationsoffenheit, Ambiguitätstoleranz, Fehlerfreundlichkeit und ein Gespür dafür, welche Unterstützung junge Menschen benötigen, um ihre Potenziale zu entwickeln. Dabei ist die Aufgabe von Lehrerinnen und Lehrern in den letzten Jahren nicht einfacher geworden. Die Ansprüche der Gesellschaft und besonders von Eltern sind gestiegen. Deshalb ist der Umbau der Schulstruktur nicht nur eine Herausforderung für die Lehrerinnen und Lehrer, sondern für die Gesellschaft insgesamt.

Literatur

Adams Becker, S.; Freeman, A.; Giesinger Hall, C.; Cummins, M.; Yuhnke, B. (2016): *NMC/CoSN Horizon Report. 2016 K-12 Edition*. The New Media Consortium.

- Ahmed, S.; Parsons, D. (2012): Evaluating ‚ThinknLearn‘. A Mobile Science Inquiry Based Learning Application in Practice. *mLearn*, 17–24.
- Allert, H.; Richter, C.; Schön, S.; Ebner, M. (2011): Designentwicklung. Anregungen aus Designtheorie und Designforschung. In: *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. <http://l3t.tugraz.at/index.php/LehrbuchEbner10/article/view/50>.
- Arnold, R. (2003): *Ermöglichungsdidaktik*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Baecker, D. (2007): *Studien zur nächsten Gesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Baines, A. M.; DeBarger, A.; De Vivo, K.; Warner, N.; Santos, S.; Brinkman, J.; Udall, D.; Zuckerbrod, N.; Felsen, K.; Urban, R. (2021a): *Key Principles for Project-Based Learning*. San Rafael, CA: Lucas Education Research.
- Baines, A. M., Vivo, K. D., Warner, N.; DeBarger, A. (2021b): *Why Social and Emotional Learning Is Essential to Project-Based Learning*. Lucas Education Research
- Bandura, A. (1977): Self-Efficacy. Toward a Unifying Thory of Behavioral Change. *Psychological review* 84/2, 191–215.
- Barron, B.; Darlington-Hammond, L. (2008): Teaching for meaningful learning. A review of research on inquiry-based and cooperative learning. In: B. Barron; L. Darlington-Hammond (Hrsg.): *Powerful learning. What we know about teaching for understanding*. John Wiley & Sons, 11–70.
- Barrows, H. S. (2006): Problem-based learning in medicine and beyond. A brief overview. *New directions for teaching and learning*, 1996/68, 3–12.
- Barrows, H. S. (2009): A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education* 20/6, 481–486.
- Barrows, H. S.; Tamblyn, R. M. (1980): *Problem-based learning. An approach to medical education*. Springer.
- Bastian, J. (2017): Tablets zur Neubestimmung des Lernens. In: J. Bastian; S. Aufenanger (Hrsg.): *Tablets in Schule und Unterricht*. Wiesbaden: Springer VS, 139–174.
- Bauman, Z. (2000): *Flüchtige Moderne*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Beck, E.; Guldemann, T.; Zutavern, M. (1995): *Eigenständig lernen*. St. Gallen: UVK.
- Beck, U. (2017): *Die Metamorphose der Welt*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Becker, A.; Stang, R. (2022): Kulturwandel und Innovation. Lernwelt Hochschule 2030 aus Perspektive des Projekts. In: R. Stang; A. Becker (Hrsg.): *Lernwelt Hochschule 2030. Konzepte und Strategien für eine zukünftige Entwicklung*. Berlin; Boston: De Gruyter Saur, 249–263.
- Bielik, T.; Damelin, D.; Krajcik, J. S. (2018): Why Do Fishermen Need Forests? Developing a Project-Based Learning Unit With an Engaging Driving Question. *Science Scope* 41/6, 64–72. <https://cord.org/wp-content/uploads/publications/why-do-fishermen-need-forests.pdf>.
- Blumenfeld, P. C.; Soloway, E.; Marx, R. W.; Krajcik, J. S.; Guzdial, M.; Palincsar, A. (1991): Motivating project-based learning. Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist* 26/3–4, 369–398.
- Bollnow, O. F. (2011): *Mensch und Raum*. 11. Aufl. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Boyd, D. (2014): *It's complicated. the social life of networked teens*. Yale University Press.
- Bransford, J. D.; Brown, A. L.; Cocking, R. R. (Hrsg.) (2000): *How People Learn. Brain, Mind, Experience, and School*. National Academies Press.
- Breidenstein, G. (2014): Die Individualisierung des Lernens unter den Bedingungen der Institution Schule. In: B. Kopp; S. Martschinke; M. Munser-Kiefer; M. Haider; E.-M. Kirschhock; G. Ranger; G. Renner (Hrsg.): *Individuelle Förderung und Lernen in der Gemeinschaft*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 35–50.
- Breithecker, D. (2004): Bewegte Schüler – Bewegte Köpfe. Unterricht in Bewegung. Chance einer Förderung der Lern- und Leistungsfähigkeit? *Haltung und Bewegung* 23/2, 5–15.

- Brendel, N. (2014): Reflexionsprozesse bei Schülerinnen und Schülern erkennen und fördern. Weblogs als reflexionsbezogenes Lerntagebuch im Geographieunterricht. In: M. Schiefner-Rohs; C. Gomez Tutor; C. Menzer (Hrsg.): *Lehrer.Bildung.Medien. Herausforderungen für die Entwicklung und Gestaltung von Schule*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren, 225–240.
- Brichzin, P., Kastl, P.; Romeike, R. (2019): *Agile Schule. Methoden für den Projektunterricht in der Informatik und darüber hinaus*. Bern: hep.
- Brinda, T.; Diethelm, I.; Gemulla, R.; Romeike, R.; Schöning, J.; Schulte, C. (2016): *Dagstuhl-Erklärung Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Eine gemeinsame Erklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Seminars auf Schloss Dagstuhl*. Berlin: Leibniz-Zentrum für Informatik. https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erklärung_2016-03-23.pdf.
- Brown, T. (2008): Design thinking. *Harvard business review* 86/6, 84.
- Brown, T.; Wyatt, J. (2015): Design thinking for social innovation. *Annual Review of Policy Design* 3/1, 1–10.
- Brynjolfsson, E.; McAfee, A. (2014): *The Second Machine Age. Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird*. Kulmbach: Plassen.
- Buber, M. (1997): *Das dialogische Prinzip*. Gerlingen: Schneider.
- Burgdorff, F. (2012): Bildungsbau. Im Kern eine inhaltliche Herausforderung. *DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung* 3, 30–33.
- Burmester, M.; Gerhard, D.; Thissen, F. (2006): *Digital Game Based Learning*. Proceedings of the 4th International Symposium for Information Design. Karlsruhe: Universitätsverlag. <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000004726/1649>.
- Burow, O. A. (2000a): Kreative Felder. Das Erfolgsgeheimnis kreativer Persönlichkeiten. *managerSeminare* 10.
- Burow, O.-A. (2000b): *Ich bin gut – wir sind besser. Erfolgsmodelle kreativer Gruppen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Burow, O.-A. (2021): Schulentwicklung 2030. Trends und Umsetzungsschritte. In: J. Zylka (Hrsg.): *Flip your School! Impulse für die Entwicklung und Gestaltung hybrider, personalisierter Lehr-Lernsettings*. Weinheim: Beltz, 98–116.
- Cardullo, V. M.; Wilson, N. S.; Zygouris-Coe, V. I. (2015): Enhanced Student Engagement through Active Learning and Emerging Technologies. In: J. Keengwe (Hrsg.): *Handbook of Research on Educational Technology Integration and Active Learning*. IGI Global, 1–18.
- Ciampi, L. (1988): *Aussenwelt – Innenwelt. Die Entstehung von Zeit, Raum und psychischen Strukturen*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Ciampi, L. (1997): *Die emotionalen Grundlagen des Denkens. Entwurf einer fraktalen Affektlogik*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Clark, R. C.; Nguyen, F.; Sweller, J. (2011): *Efficiency in learning. Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Covington, M. V.; Omelich, C. L. (1987): „I knew it cold before the exam“. A test of the anxiety-blockage hypothesis. *Journal of Educational Psychology* 79/4, 393–400.
- Csikszentmihalyi, M. (1985): *Das Flow-Erlebnis. Jenseits von Angst und Langeweile – im Tun aufgehen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Csikszentmihalyi, M. (1993): *Flow. Das Geheimnis des Glücks*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Curts, E. (2015): *Student Published eBooks with Alliance City Schools*. <https://sparccplugs.blogspot.com/2015/09/student-published-ebooks-with-alliance.html>.
- Czerwionka, T.; Knutzen, S.; Bieler, D. (2009): Mit ePortfolios selbstgesteuert lernen. Ein Ansatz zur Reflexionsförderung im Rahmen eines hochschulweiten ePortfoliosystems. *MedienPädagogik. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 18, 1–21.

- Daheim, C.; Wintermann, O. (2016): *2050: Die Zukunft der Arbeit. Ergebnisse einer internationalen Delphi-Studie des Millennium Project*. Gütersloh: Future Impacts/Bertelsmann Stiftung. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/BST_Delphi_Studie_2016.pdf.
- Damasio, A. R. (1996): The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Series B: Biological Sciences)* 351/1346, 1413–1420.
- Damasio, A. R. (1999): *Descartes Irrtum. Fühlen, Denken und das menschliche Gehirn*. München: dtv.
- Damasio, A. R. (2003): *Der Spinoza-Effekt. Wie Gefühle unser Leben bestimmen*. München: List.
- Damnik, G.; Proske, A.; Narciss, S.; Körndle, H. (2013): Informal learning with technology. The effects of self-constructing externalizations. *The Journal of Educational Research* 106/6, 431–440.
- Damon, W. (1982): Zur Entwicklung der sozialen Kognition des Kindes. In: M. Keller; W. Edelstein (Hrsg.): *Perspektivität und Interpretation*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 110–145.
- Darling, M.; Guber, H.; Smith, J.; Stiles, J. (2016): Emergent Learning. A Framework for Whole-System Strategy, Learning, and Adaptation. *The Foundation Review* 8/1, 59–73. <https://scholarworks.gvsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1284&context=tfr>.
- Davies, A.; Fidler, D.; Gorbis, M. (2011): *Future work skills 2020*. https://legacy.iff.org/uploads/media/SR-1382A_UPRI_future_work_skills_sm.pdf.
- Deci, E. L.; Ryan, R. M. (1987): The support of autonomy and the control of behavior. *Journal of personality and social psychology* 53/6, 1024.
- Deci, E. L.; Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik* 39/2, 223–238.
- Deci, E. L.; Ryan, R. M. (Hrsg.) (2002): *Handbook of self-determination research*. University Rochester Press.
- Deci, E. L.; Vallerand, R. J.; Pelletier, L. G.; Ryan, R. M. (1991): Motivation and education. The self-determination perspective. *Educational psychologist* 26/3–4, 325–346.
- Dias, M.; Brantley-Dias, L. (2017): Setting the Standard for Project Based Learning. A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning* 11/2.
- Döbeli Honegger, B.; Notari, M. (2013): Ist ein Wiki oder hat ein Wiki. Zur Wahl eines geeigneten Wikis für eigene Unterrichtsprojekte. In: M. Notari; B. Döbeli Honegger (Hrsg.): *Der Wiki-Weg des Lernens. Gestalten und Begleiten von Lernprozessen mit digitalen Kollaborationswerkzeugen*. Bern: hep. <https://buch.wikiway.ch/kapitel-12/>.
- Dolan, P.; Leat, D.; Mazzoli Smith, L.; Mitra, S.; Todd, L.; Wall, K. (2013): Self-Organised Learning Environments (SOLEs) in an English School. An example of transformative pedagogy? *The Online Educational Research Journal* 3/11, 1–19. <https://durham-repository.worktribe.com/OutputFile/1345881>.
- Dole, S.; Bloom, L.; Kowalske, K. (2015): Transforming Pedagogy. Changing Perspectives from Teacher-Centered to Learner-Centered. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning* 10/1. <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1538&context=ijpbl>.
- Donovan, S.; Bransford, J. (2005): *How students learn. History in the classroom*. National Academy Press.
- Dörner, R.; Göbel, S.; Effelsberg, W.; Wiemeyer, J. (Hrsg.): (2016): *Serious Games. Foundations, Concepts and Practice*. Switzerland: Springer.
- Drösser, C. (2016): *Total berechenbar. Wenn Algorithmen für uns entscheiden*. München: Hanser.
- El-Bermawy, M. M. (2016): Your Filter Bubble is Destroying Democracy. *Wired*. <https://www.wired.com/2016/11/filter-bubble-destroying-democracy/>.

- Engeser, S.; Rheinberg, F.; Vollmeyer, R.; Bischoff, J. (2005): Motivation, Flow-Erleben und Lernleistung in universitären Lernsettings. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie/German Journal of Educational Psychology* 19/3, 159–172.
- Ermert, M. (2020): *Missing Link. Nur ein Verbot bestimmter Algorithmen kann die Demokratie retten* (Interview mit Roger McNamee). <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Missing-Link-Nur-ein-Verbot-bestimmter-Algorithmen-kann-die-Demokratie-retten-4651750.html>.
- Erpenbeck, J.; Sauter, W. (2013): *So werden wir lernen. Kompetenzentwicklung in einer Welt fühlender Computer, kluger Wolken und sinnsuchender Netze*. Berlin; Heidelberg: Springer.
- Erpenbeck, J.; Sauter, W. (2016): *Stoppt die Kompetenzkatastrophe*. Berlin: Springer.
- Erpenbeck, J.; Sauter, W. (Hrsg.): (2017): *Handbuch Kompetenzentwicklung im Netz. Bausteine einer neuen Lernwelt*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Fachhochschule Nordwestschweiz. (2009): *Begreifen braucht Bewegung. Bewegung hilft dem Denken und dem Lernen auf die Sprünge*. Beratungsstelle Gesundheitsbildung
- Fadel, C.; Bialik, M.; Trilling, B. (2017): *Die vier Dimensionen der Bildung. Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen*. Hamburg: ZLL21.
- Flitner, W. (1955): Der Kampf gegen die Stofffülle. Exemplarisches Lernen, Verdichtung und Auswahl. *Die Sammlung* 10, 556–568.
- Feierabend, S.; Rathgeb, T.; Kheredmand, H.; Glöckler, S. (2020): *JIM-Studie 2020. Jugend, Information, Medien*. Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Feierabend, S.; Rathgeb, T.; Kheredmand, H.; Glöckler, S. (2021): *KIM-Studie 2020. Kindheit, Internet, Medien*. Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Fernuni Hagen (2020): *Hagener Manifest*. <https://www.fernuni-hagen.de/imperia/md/content/universitaet/hagenermanifest/hagener-manifest.pdf>.
- Floridi, L. (2015): *Die 4. Revolution. Wie die Infosphäre unser Leben verändert*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Florio-Hansen, I. D. (2016): *Effective Teaching and Successful Learning. Bridging the Gap between Research and Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fowler, C. J. H.; Mayes, J. T. (1999): Learning relationships from theory to design. *Research in Learning Technology* 7/3, 6–16.
- Frey, C. B.; Osborne, M. A. (2013): *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* http://sep4u.gr/wp-content/uploads/The_Future_of_Employment_ox_2013.pdf.
- Gallin, P. (2006): Kernideen als Brücke zwischen Erfahrung und Fachwissen. *Pädagogik* 6/6, 10–13.
- Gallin, P.; Ruf, U. (1990): *Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz*. Zürich: Verlag Lehrerinnen und Lehrer Schweiz.
- Gallin, P.; Ruf, U. (1999): *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Grundzüge einer interaktiven und fächerübergreifenden Didaktik 1. Austausch unter Ungleichen*. Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Gee, J. P. (2008): Game-Like Learning. An Example of Situated Learning and Implications for Opportunity to Learn. In: P. A. Moss; D. C. Pullin; J. P. Gee; E. H. Haertel; L. J. Young (Hrsg.): *Assessment, equity, and opportunity to learn*. Cambridge: Cambridge University Press, 200–221.
- Gee, J. P. (2009): Deep Learning Properties of Good Digital Games. How Far Can They Go? In: U. Rittenfeld; M. Cody; P. Vorderer (Hrsg.): *Serious Games: Mechanism and Effects*. London: Routledge, 67–82.
- Gerstenmaier, J.; Mandl, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik* 41/6, 867–888.
- Göhlich, M. (2009): Schulraum und Schulentwicklung. Ein historischer Abriss. In: J. Böhme (Hrsg.): *Schularchitektur im interdisziplinären Diskurs. Territorialisierungskrise und Gestaltungsperspektiven des schulischen Bildungsraums*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 89–102.
- Götz, T. (2017): *Emotion, Motivation und selbstreguliertes Lernen*. 2. Aufl. Paderborn: Schöningh.

- Grabensteiner, C. (2021): Die vernetzte Schulklasse. In: *MedienPädagogik 16 (Jahrbuch Medienpädagogik)*, 79–107. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb16/2021.01.13.X>.
- Grüntgens, W. J. (2000): *Problemzentriertes Lernen statt didaktischer Prinzipien*. Neuwied; Berlin: Luchterhand.
- Grueveska, J. (2019): Körper und Räume. In: J. Grueveska (Hrsg.): *Körper und Räume*. Wiesbaden: Springer.
- Hapke, T. (2012): *Informationskompetenz in einer neuen Informationskultur*. http://tubdok.tub.tuhh.de/bitstream/11420/1109/1/Hapke_Preprint_Informationskultur.pdf.
- Harlow, H. F.; Harlow, M. K.; Meyer, D. R. M. (1950): Learning motivated by a manipulation drive. *Journal of experimental psychology* 40/2, 228–234.
- Harris, C.; Penuel, W.; D'Angelo, C.; DeBarger, A.; Gallagher, L.; Kennedy, C.; Krajcik, J. (2015): Impact of project-based curriculum materials on student learning in science. Results of a randomized controlled trial. *Journal of Research in Science Teaching* 52/10, 1362–1385.
- Hartkemeyer, M. (2010): *Miteinander Denken. Das Geheimnis des Dialogs*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Hasni, A.; Bousadra, F.; Belletête, V.; Benabdallah, A.; Nicole, M.-C.; Dumais, N. (2016): Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K-12 levels. A systematic review. *Studies in Science Education* 52/2, 199–231.
- Hatch, M. (2013): *The Maker Movement Manifesto. Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. New York, NY: McGraw Hill.
- Hawkins, K. (2018): Learning collaboratively through SOLE. *Scan* 37/5.
- Heidkamp, B.; Kergel, D. (2019): Vom unternehmerischen Selbst zur kritischen Reflexion. Konzeptions-elemente für ein kritisches E-Learning. In: B. Heidkamp; D. Kergel (Hrsg.): *Praxishandbuch Habitu-sensibilität und Diversität in der Hochschullehre, Prekarisierung und soziale Entkopplung. Transdis-ziplinaire Studien*. Wiesbaden: Springer VS, 619–634.
- Herrmann, U. (2021): Die „Pädagogik guter Schule“ zwischen Reformpädagogik und 21st Century Skills. In: J. Zylka (Hrsg.): *Flip your School! Impulse für die Entwicklung und Gestaltung hybrider, personalisierter Lehr-Lernsettings*. Weinheim: Beltz, 79–97.
- Heyse, V. (2010): Verfahren zur Kompetenzermittlung und Kompetenzentwicklung. KODE im Praxis-test. In V. Heyse; J. Erpenbeck; S. Ortman (Hrsg.): *Grundstrukturen menschlicher Kompetenzen. Praxiserprobte Konzepte und Instrumente*. Münster, New York; München; Berlin: Waxmann, 55–174.
- Heyse, V.; Erpenbeck, J.; Michel, L. (2002): Lernkulturen der Zukunft Kompetenzbedarf und Kompe-tenzentwicklung in Zukunftsbranchen. *QUEM-report. Schriften zur beruflichen Weiterbildung* 74. <https://www.abwf.de/content/main/publik/report/2002/Report-74.pdf>.
- Hof, C. (2002): Von der Wissensvermittlung zur Kompetenzorientierung in der Erwachsenenbildung. *Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung* 49, 80–89.
- Holmes, W., Anastapoulou, S., Schaumburg, H.; Mavrikis, M. (2018): *Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien. Ein roter Faden*. Stuttgart: Robert Bosch Stiftung.
- Howells, K. (2018): *The Future of Education and Skills. Education 2030*. [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).
- Hung, W.; Jonassen, D. H.; Liu, R. (2008): Problem-based learning. In: D. H. Jonassen (Hrsg.): *Handbook of research on educational communications and technology*. London: Taylor & Francis, 485–506.
- Hüther, G. (2016): *Mit Freude lernen – ein Leben lang. Weshalb wir ein neues Verständnis vom Lernen brau-chen. Sieben Thesen zu einem erweiterten Lernbegriff und eine Auswahl von Beiträgen zur Untermaue-rung*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Hymel, S.; Rubin, K. H.; Rowden, L.; LeMare, L. (1990): Children's peer relationships. Longitudinal pre-diction of internalizing and externalizing problems from middle to late childhood. *Child Develop-ment* 61, 2004–2041.

- Idel, T.-S.; Ullrich, H. (2017): *Handbuch Reformpädagogik*. Weinheim: Beltz.
- İlhan, I. (2014): A study on the efficacy of project-based learning approach on Social Studies Education. Conceptual achievement and academic motivation. *Educational Research and Reviews* 9/15, 487–497.
- Ito, M.; Gutiérrez, K.; Livingstone, S.; Penuel, B.; Rhodes, J.; Salen, K.; Schor, J.; Sefton-Green, J.; Watkins, S. C. (2013): *Connected Learning. An Agenda for Research and Design. A research synthesis report of the Connected Learning Research Network*. Digital Media and Learning Research Hub. https://clalliance.org/wp-content/uploads/2018/05/Connected_Learning_report.pdf.
- Johnson, L.; Adams Becker, S.; Estrada, V.; Freeman, A. (2015): *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. Austin: TX: The New Media Consortium. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED559357.pdf>.
- Johnson, L.; Adams, S. (2011): *Challenge Based Learning. The Report from the Implementation Project*. Austin, TX: The New Media Consortium. https://www.challengebasedlearning.org/wp-content/uploads/2019/05/CBL_implementation_report.pdf.
- Jonassen, D. H.; Reeves, T. C. (1996): Learning with Technology. Using Computers as Cognitive Tools. In: D. H. Jonassen (Hrsg.): *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*. New York: NY: Simon & Schuster Macmillan, 693–719.
- Jonassen, D. H.; Wilsin, B. G.; Wang, S.; Grabinger, R. S. (1993): Constructivist uses of expert systems to support learning. *Journal of Computer-Based Instruction* 20/3, 86–94.
- Jones, S. M.; Kahn, J. (2017): *The Evidence Base for How We Learn: Supporting Students' Social, Emotional, and Academic Development. Consensus Statements of Evidence from the Council of Distinguished Scientists*. Aspen: Aspen Institute.
- Junghanns, G.; Kersten, N. (2019): Informationsflut durch digitale Medien am Arbeitsplatz. In: GfA Dortmund (Hrsg.): *Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten. Frühjahrskongress 2019*. <https://gfa2019.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de/inhalt/C.10.3.pdf>.
- Kalz, M.; Specht, M.; Klamma, R.; Chatti, M. A.; Koper, R. (2007): Kompetenzentwicklung in Lernnetzwerken für das lebenslange Lernen. In: U. Dittler; M. Kindt; C. Schwarz (Hrsg.): *Online-Communities als soziale Systeme*. Münster, New York; München; Berlin: Waxmann, 181–197.
- Kazanidis, I.; Tsinakos, A.; Lytridis, C. (2018): *Teaching mobile programming using Augmented Reality and collaborative game based learning*. Berlin: Springer.
- Kelle, S. (2012): *Game Design Patterns for Learning*. Shaker.
- Kirkpatrick, W. H. (1918): The project method. *Teachers College Record* 19/4, 319–335.
- KMK – Kultusministerkonferenz (2016): *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. Berlin: KMK. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf.
- Knaus, B. (2013): Wiki macht Schule. Der Einsatz von Wikis im gymnasialen Deutschunterricht. In: M. Notari; B. Döbeli Honegger (Hrsg.): *Der Wiki-Weg des Lernens. Gestalten und Begleiten von Lernprozessen mit digitalen Kollaborationswerkzeugen*. Bern: hep.
- Knoll, M. (1997): The Project Method. Its Vocational Education Origin and International Development. *Journal of Industrial Teacher Education* 34/3. <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v34n3/Knoll.html>.
- Knoll, M. (2011): *Dewey, Kilpatrick und „progressive“ Erziehung. Kritische Studien zur Projektpädagogik*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Köhnlein, W. (2000): Vielperspektivität, Fachbezug und Integration. In: G. Löffler; V. Möhle; D. von Reeken; V. Schwier (Hrsg.): *Sachunterricht. Zwischen Fachbezug und Integration*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 134–146.

- Kolb, D. A.; Fry, R. (1975): Toward an applied theory of experiential learning. In: C. Cooper (Hrsg.): *Theories of Group Process*. Hoboken, NJ: John Wiley.
- König, A.; Hodel, J. (2013): Wikis im Geschichtsunterricht der Sekundarstufe II. In: M. Notari; B. Döbeli Honegger (Hrsg.): *Der Wiki-Weg des Lernens. Gestalten und Begleiten von Lernprozessen mit digitalen Kollaborationswerkzeugen*. Bern: hep.
- Krajcik, J. (2015): Project-based science. Engaging students in three-dimensional learning. *The Science Teacher* 82/1, 25–27.
- Krajcik, J. S.; Shin, N. (2014): Project-based learning. In: R. K. Sawyer (Hrsg.): *The Cambridge handbook of the learning sciences*. 2. Aufl. Cambridge: Cambridge University Press, 275–297.
- Krajcik, J.; Schneider, B.; Miller, E.; Chen, I.-C.; Bradford, L.; Bartz, K.; Bakerc, Q.; Palinscarb, A.; Peek-Browna, D.; Coderea, S. (2021): *Assessing the Effect of Project-Based Learning on Science Learning in Elementary Schools. Technical Report*. East Lansing, MI: Michigan State University.
- Krappmann, L. (2000): Soziales Leben und Lernen im Klassenzimmer. In: H. Merckens; J. Zinnecker (Hrsg.): *Jahrbuch Jugendforschung*. Opladen: Leske und Budrich, 99–116.
- Kraus, K. (2015): Dem Lernen Raum geben. Planung, Gestaltung und Aneignung pädagogischer Räume. In: E. Nuissl; H. Nuissl (Hrsg.): *Bildung im Raum*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren, 17–32.
- Krommer, A. (2013): Von Skinners „Teaching Machines“ (1954) zu den „Learning-Apps“. <https://axelkrommer.com/2013/09/17/von-skinners-teaching-machines-1954-zu-den-learning-apps/>.
- Künkler, T. (2011): *Lernen in Beziehung: zum Verhältnis von Subjektivität und Relationalität in Lernprozessen*. Bielefeld: transcript.
- Larmer, J.; Mergendoller, J. R. (2010): *The Main Course, Not Dessert. How Are Students Reaching 21st Century Goals? With 21st Century Project Based Learning*. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- Larmer, J.; Mergendoller, J. R. (2012): *8 Essentials for Project-Based Learning*. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- Lave, J.; Wenger, É. (1991): *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LeDoux, J. E.; Griese, F. (2004): *Das Netz der Gefühle. Wie Emotionen entstehen*. München: dtv.
- Lee, C.-J. (2015): Project-based learning and invitations: a comparison. *Journal of Curriculum Theorizing* 1/3, 63–73.
- Leyk, D.; Wamser, P. (2003): Einfluss von Sport und Bewegung auf Konzentration und Aufmerksamkeit. Effekte eines „Bewegten Unterrichts“ im Schulalltag. *Sportunterricht* 52/4, 108–113.
- Liebig, S. (2011): *Ein anderer Blick auf Unterricht: Das Lerntagebuch*. PH Karlsruhe. <https://www.yumpu.com/de/document/view/51436051/ein-anderer-blick-auf-unterricht-das-lerntagebuch-lo-net-2>.
- Lindqvist, S. (1979): Dig where you stand. *Oral History* 7/2, 24–30.
- Löw, M. (2012): *Raumsoziologie*. 7. Aufl. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Lucas Education Research (2021a): *The Evidence is Clear. Rigorous Project-Based Learning is an Effective Lever for Student Success*. San Rafael, CA: Lucas Education Research.
- Lucas Education Research (2021b): *Project-Based Learning Leads to Gains in Science and Other Subjects in Middle School and Benefits All Learners*. San Rafael, CA: Lucas Education Research.
- Luga, J. (2020): Makerspace als Lernraum. Perspektiven einer agilen Schule. In: V. Heinzl; T. Seidl; R. Stang (Hrsg.): *Lernwelt Makerspace. Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext*. Berlin; Boston: De Gruyter Saur, 141–157.
- Lynch, S. J.; Pyke, C.; Grafton, B. H. (2012): A retrospective view of a study of middle school science curriculum materials. Implementation, scale-up, and sustainability in changing policy environment. *Journal of Research in Science Teaching* 49/3, 305–332.

- Madda, M. J. (2016): *Albemarle County Schools' Journey from a Makerspace to a Maker District*. <https://www.edsurge.com/news/2016-05-02-albemarle-county-schools-journey-from-a-makerspace-to-a-maker-district>.
- Malik, F. (2015): *Navigieren in Zeiten des Umbruchs. Die Welt neu denken und gestalten*. Frankfurt a. M.: Campus.
- Martin, J.-P. (1985): *Die Methode Lernen durch Lehren. Thesenpapier*.
- Maxwell, N. L.; Bellisimo, Y.; Mergendoller, J. (2001): Problem-Based Learning. Modifying the Medical School Model for Teaching High School Economics. *The Social Studies* 3–4, 73–78.
- Mergendoller, J. R.; Markham, T.; Ravitz, J.; Larmer, J. (2006): Pervasive management of project based learning. Teachers as guides and facilitators. In: C. M. Evertson (Hrsg.): *Handbook of Classroom Management: Research, Practice, and Contemporary Issues*. Mahwah, NJ; London: Lawrence Erlbaum.
- Mergendoller, J. R.; Thomas, J. W. (2001): *Managing project based learning. Principles from the field*. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- Miller, E. C.; Krajcik, J. S. (2019): Promoting deep learning through projectbased learning. A design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 1/7. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6>.
- Mitchell, S. (2008): *Komplexitäten. Warum wir erst anfangen, die Welt zu verstehen*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Mitra, S. (2010a): *SOLE. How to Bring Self-Organized Learning Environments to Your Community*. <https://thebusinesscircus.files.wordpress.com/2013/02/soletoolkit.pdf>.
- Mitra, S. (2010b): *The child-driven education (TED presentation)*. https://www.ted.com/talks/sugata_mitra_the_child_driven_education.
- Mitra, S. (2020): *The School in the Cloud. The Emerging Future of Learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Mitra, S.; Crawley, E. (2014): Effectiveness of Self-Organised Learning by Children. Gateshead Experiments. *Journal of Education and Human Development* 3/3, 79–88. https://jehd.thebrpi.org/journals/jehd/Vol_3_No_3_September_2014/6.pdf.
- Mitra, S., Dangwal, R.; Thadani, L. (2008): Effects of remoteness on the quality of education: A case study from North Indian schools. *Australasian Journal of Educational Technology* 24/2, 168–180.
- Mitra, S.; Quiroga, M. (2000): Children and the internet. New paradigms for development in the 21st century. *Proceedings from Asian Science and Technology Conference, Tokyo, Japan*. Vol. 61.
- MKJS – Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2016): *Bildungsplan 2016. Lehrkräftebegleitheft*. Stuttgart: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. https://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents_E1382901991/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_LBH.pdf.
- Möller, K. (2001): Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule. In: H.-G. Roßbach; K. Nölle; K. Czerwenka (Hrsg.): *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule*. Wiesbaden: Springer VS, 16–31.
- Montag Stiftung (Hrsg.) (2012): *Schulen planen und bauen. Grundlagen und Prozesse*. Berlin: Jovis.
- Moskaliuk, J. (2013): Wissenskonstruktion mit Wikis. In M. Notari; B. Döbeli Honegger (Hrsg.): *Der Wiki-Weg des Lernens. Gestalten und Begleiten von Lernprozessen mit digitalen Kollaborationswerkzeugen*. Bern: hep, 40–48.
- Moylan, W. A. (2008): Learning by project. Developing essential 21st century skills using student team projects. *International Journal of Learning* 15/9, 287–292.
- Nagaoka, J.; Farrington, C. A.; Ehrlich, S. B.; Heath, R. D. (2015): *Foundations for Young Adult Success. A Developmental Framework*. UCHICAGOCCSR. The University of Chicago. Consortium on Chicago School Research.

- November, A. (2012): *Who Owns the Learning? Preparing Students for Success in the Digital Age*. Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Nugel, M. (2014): *Erziehungswissenschaftliche Diskurse über Räume der Pädagogik. Eine kritische Analyse*. Wiesbaden: VS Springer.
- Nugel, M. (2015): Sich entwerfen in, mit und durch Raum. Bildungstheoretische Überlegungen zur Architektur der Erwachsenenbildung. In: C. Bernhard; K. Kraus; S. Schreiber-Barsch; R. Stang (Hrsg.): *Erwachsenenbildung und Raum: Theoretische Perspektiven – professionelles Handeln – Rahmungen des Lernens*. Bielefeld: W. Bertelsmann, 55–65.
- Oeberst, A.; Halatchliyski, I.; Kimmerle, J.; Cress, U. (2014): Knowledge construction in Wikipedia. A systemic-constructivist analysis. *Journal of the Learning Sciences* 23/2, 149–176.
- OECD (2017): *Future of Work and Skills*. In: 2nd Meeting of the G20 Employment Working Group. 15–17 February 2017. Hamburg. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). https://www.oecd.org/els/emp/wcms_556984.pdf.
- OECD (2023): *PISA 2022 Ergebnisse (Band 1). Lernstände und Bildungsgerechtigkeit*. Bielefeld: wbv Media.
- Pant, H. A. (2016): *Einführung in den Bildungsplan 2016*. <https://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016BW/ALLG/EINFUEHRUNG>.
- Papert, S. (1980): *Mindstorms. Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books.
- Pariser, E. (2011): *The Filter Bubble. What the Internet Is Hiding from You*. London: Penguin Press.
- Parker, J. G.; Asher, S. R. (1987): Peer relations and later personal adjustment. Are low-accepted children at risk? *Psychological Bulletin* 102, 357–389.
- Pea, R. D. (1985): Beyond amplification. Using the computer to reorganize mental functioning. *Educational psychologist* 20/4, 167–182.
- Pecheone, R. L.; Schultz, S. E.; Wei, R. C. (2021): *Learning Through Performance. Project-Based Learning as a Lever for Engaging the Next-Generation Science Standards*. https://scale.science.wested.org/wp-content/uploads/2022/11/ltp_science_report_2.8.21_final.pdf.
- Pekrun, R. (1992): Kognition und Emotion in studienbezogenen Lern- und Leistungssituationen: Explorative Analysen. *Unterrichtswissenschaft* 20/4, 308–324.
- Pekrun, R.; Jerusalem, M. (1996): Leistungsbezogenes Denken und Fühlen. Eine Übersicht zur psychologischen Forschung. In: J. Möller; O. Köller (Hrsg.): *Emotionen, Kognitionen und Schulleistung*. Weinheim: Beltz, 3–22.
- Petillon, H. (1993): *Das Sozialleben des Schulanfängers*. Weinheim: PVU.
- Petillon, H. (2004): Soziales Lernen in der Gruppe gleichaltriger Kinder. Empirische Befunde zu einem zentralen Lernfeld im Unterricht des Primarbereichs. In: M. Wosnitza (Hrsg.): *Lernprozess, Lernumgebung, Lerndiagnostik. Wissenschaftliche Beiträge zum Lernen im 21. Jahrhundert*. Landau: Empirische Pädagogik, 126–138.
- Pink, D. H. (2010): *Drive. Was Sie wirklich motiviert*. Salzburg: Ecwin.
- Pivec, M. (2004): *Guidelines for game based learning*. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Poore, M. (2013): *Using Social Media in the Classroom. A Best Practice Guide*. Thousand Oaks: CA: Sage.
- Prensky, M. (2001): *Digital Game-based Learning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2006): *Don't Bother Me, Mom, I'm Learning!: How Computer and Video Games are Preparing Your Kids for 21st Century Success and how You Can Help!* Saint Paul, MI: Paragon House.
- Prince, M. (2004): Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education* 93, 223–231.
- Proske, A.; Damnik, G.; Körndle, H. (2011): Learners-as-Designers. Wissensräume mit kognitiven Werkzeugen aktiv nutzen und konstruieren. In: T. Köhler; J. Neumann (Hrsg.): *Wissensgemeinschaften Digitale Medien. Öffnung und Offenheit in Forschung und Lehre*. Münster, New York; München; Berlin: Waxmann, 198–208.

- Puentedura, R. (2016): *How to Apply the SAMR Model with Ruben Puentedura*. <https://youtu.be/ZQTx2UQQvbU>.
- Pühse, U. (2004): *Bewegung und Lernen, Bewegung und Hirnleistungsfähigkeit. Bericht über den Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse und deren Bedeutung für die tägliche Bewegungsstunde von Kindern*. Basel: Universität Basel. Institut für Sport und Sportwissenschaften.
- Queensland, T. A. E. D. I. T. U. O. (Hrsg.): (1956): *Taxonomy of Educational Objectives. The Classification Of Educational Goals*. Harlow: Longmans.
- Radisch, F.; Stecher, L.; Fischer, N.; Klieme, E. (2014): Was wissen wir über die Kompetenzentwicklung in Ganztagschulen. In: C. Rohlfs; M. Harring; C. Palentien (Hrsg.): *Kompetenz-Bildung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 313–326.
- Rafols, I.; Porter, A. L.; Leydesdorff, L. (2010): Science overlay maps. A new tool for research policy and library management. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 61/9, 1871–1887.
- Rau, S. (2017): *Räume. Konzepte, Wahrnehmungen, Nutzungen*. 2. Aufl. Frankfurt a. M. Campus.
- Ravitz, J. (2008): *New Tech High Schools. Results of the National Survey of Project Based Learning and High School Reform conducted by the Buck Institute for Education*. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- Ravitz, J.; Mergendoller, J. (2005): *Evaluating implementation and impacts of problem based economics in US high schools*. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- Ravitz, J.; Mergendoller, J.; Markham, T.; Thorsen, C. (2004): *Online Professional Development for Project Based Learning: Pathways to Systematic Improvement*. Novato, CA: Buck Institute for Education. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED486531.pdf>.
- Reckwitz, A. (2003): Grundelemente einer Theorie sozialer Praktiken. Eine sozialtheoretische Perspektive. *Zeitschrift für Soziologie* 32/4, 282–301.
- Redinga, D. (2015): *Defining Makerspaces. What the Research Says*. <https://www.renovatedlearning.com/2015/04/02/defining-makerspaces-part-1/>
- Rheingold, H. (1992): *Virtuelle Welten. Reisen Im Cyberspace*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Richards, S.; Zuckerbrod, N.; De Vivo, K.; Felsen, K.; Paulger, C.; Udall, D. (2021): *High-Quality Professional Learning for Project-Based Learning*. San Rafael, CA: Lucas Education Research.
- Riedl, R. (2000): *Strukturen der Komplexität. Eine Morphologie des Erkennens und Erklärens*. Berlin; Heidelberg: Springer.
- Ritzer, G.; Vogel, S. (2006): *Die McDonaldisierung der Gesellschaft*. 4. Aufl. Konstanz: UVK.
- Rolff, H.-G.; Thünken, U. (2020): *Digital gestütztes Lernen*. Weinheim: Beltz.
- Romero, M.; Davidson, A.-L.; Cucinelli, G.; Ouellet, H.; Arthur, K. (2016): *Learning to code. From procedural puzzle-based games to creative programming*. Proceedings from CIDUI proceedings. Learning and teaching innovation impacts. ACUP.
- Rose, T. (2015): *The End of Average: Unlocking Our Potential by Embracing. What Makes Us Different*. San Francisco, CA: HarperOne.
- Rosefsky Saavedra, A.; Rapaport, A. (2021): *Analysis. Project-Based Learning or Lectures? Our Research Shows PBL Helps Low-Income Students Do Better in AP Classes, Earn College Credit*. San Rafael, CA: Lucas Education Research. <https://www.lucasedresearch.org/news/in-the-news/analysis-project-based-learning-or-lectures-our-research-shows-pbl-helps-low-income-students-do-better-in-ap-classes-earn-college-credit/>.
- Rotter, J. B. (1960): Some implications of a social learning theory for the prediction of goal directed behavior from testing procedures. *Psychological Review* 67, 301–316.
- Rummler, M. (2012): *Innovative Lehrformen. Projektarbeit in der Hochschule. Projektbasiertes und problemorientiertes Lehren und Lernen*. Weinheim: Beltz.

- Ryan, R. M. (2016): 66 The Empirical Study of Human Autonomy Using Self-Determination Theory. In: R. J. Sternberg; S. T. Fiske; D. J. Foss (Hrsg.): *Scientists Making a Difference. One Hundred Eminent Behavioral and Brain Scientists Talk about Their Most Important Contributions*. Cambridge: Cambridge University Press, 311–315.
- Ryan, R. M.; Deci, E. L. (2000): Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist* 55/1, 68–78.
- Saavedra, A. R.; Liu, Y.; Rapaport, A.; Garland, M.; Hoepfner, D.; Morgan, K. L.; Hu, A. (2021): *Knowledge in Action. Efficacy Study Over Two Years*. Los Angeles, CA: USC Dornsief. Center for Economic and Social Research.
- Sadar, I. T. (2018): *Changing Role of Teachers in the 21st Century!* <https://medium.com/@itsardar/chan-ging-role-of-teachers-in-the-21st-century-5acb47a23a33>.
- Salmon, G. (o. J.): *Carpe Diem. A team based approach to learning design*. www.gillysalmon.com/carpe-diem.html.
- Salmon, G.; Asgari, S. (2020): Reaching for Self-efficacy through Learning Analytics. The Zenith project. *European Journal of Open, Distance and E-learning* 23/1.
- Sauter, R., Sauter, W.; Wolfig, R. (2018): *Agile Werte-und Kompetenzentwicklung*. Berlin; Heidelberg: Springer.
- Savin-Baden, M. (2000): *Problem-based learning in higher education. Untold stories*. New York, NY: McGraw-Hill International.
- Schleicher, A. (2018): *World Class. How to Build a 21st-Century School System. Strong Performers and Successful Reformers in Education*. Paris: OECD Publishing.
- Schmid, K.; Trevisan, P. (2013): Wiki in der Fachdidaktik des Sachunterrichts. In: M. Notari; B. Döbeli Honegger (Hrsg.): *Der Wiki-Weg des Lernens. Gestalten und Begleiten von Lernprozessen mit digitalen Kollaborationswerkzeugen*. Bern: hep.
- Schneider, R. M.; Krajcik, J.; Marx, R. W.; Soloway, E. (2002): Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement. *Journal of Research in Science Teaching* 39/5, 410–422.
- Schön, D. (1983): *The Reflective Practitioner. How Professionals Think in Action*. Devon, UK: Temple Smith.
- Schön, S.; Ebner, M. (2020): Ziele von Makerspaces. Didaktische Perspektiven. In V. Heinzl; T. Seidl; R. Stang (Hrsg.): *Lernwelt Makerspace. Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext*. Berlin; Boston: De Gruyter Saur, 33–47.
- Schroer, M. (2019): *Räume der Gesellschaft. Soziologische Studien*. Wiesbaden: Springer VS.
- Schulmeister, R. (2002): Zur Komplexität Problemorientierten Lernens. In: J. Asdonk; H. Kroeger; G. Strobl; K.-J. Tillmann; J. Wildt (Hrsg.): *Bildung im Medium der Wissenschaft. Zugänge aus Wissenschaftspropädeutik, Schulreform und Hochschuldidaktik*. Weinheim: Beltz.
- Schüßler, I. (2003): Ermöglichungsdidaktik. Eine didaktische Theorie. In: R. Arnold; I. Schüßler (Hrsg.): *Ermöglichungsdidaktik*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren, 76–97.
- Schwartz, K. (2013): *What Project-Based Learning Is – and What It Isn't*. KQED. <https://www.kqed.org/mindshift/26038/what-project-based-learning-is-and-isnt>.
- Seemann, M. (2014): *Das neue Spiel. Strategien für die Welt nach dem digitalen Kontrollverlust*. Freiburg: Orange Press.
- Sennett, R. (2005): *Die Kultur des neuen Kapitalismus*. Berlin: Berliner Taschenbuch.
- Severance, S.; Codere, S.; Miller, E.; Peek-Brown, D.; Krajcik, J. (2018): *Examining the Potential of Computer Science and Making for Supporting Project-Based Learning*. San Rafael, CA: Lucas Education Research.
- Seydel, O. (2011): „... und sie bewegen sich, weil die Zeit sich bewegt“. Anmerkungen zum Wandel der Lehrerrolle. *Die Grundschulzeitschrift* 25/14, 242–243.

- Sherman, B.; Judkins, P. (1993): *Virtuelle Realität. Computer kreieren synthetische Welten*. Bern; München: Scherz.
- Siebert, H. (2010): *Selbstgesteuertes Lernen und Lernberatung*. 3. Aufl. Augsburg: ZIEL.
- Siemens, G. (2005): *Connectivism. A Learning Theory for the Digital Age*. [https://teachingexchange.arts.ac.uk/conference/2023/assets/files/Connectivism%20Siemens%20\(1\).pdf](https://teachingexchange.arts.ac.uk/conference/2023/assets/files/Connectivism%20Siemens%20(1).pdf).
- Silander, P. (2015): Digital pedagogy. In: P. Mattila; P. Silander (Hrsg.): *How to Create the School of the Future. Revolutionary Thinking and Design from Finland*. Oulu: University of Oulu, 9–25. <https://www.classter.com/wp-content/uploads/2016/09/How-to-create-the-school-of-the-future.pdf>.
- Singer, J.; Marx, R. W.; Krajcik, J.; Chambers, J. C. (2000): Constructing Extended Inquiry Projects. Curriculum Materials for Science Education Reform. *Educational Psychologist* 35/3, 165–178.
- Slavin, R. E. (1991): Synthesis of Research of Cooperative Learning. *Educational leadership* 48/5, 71–82.
- Slavin, R. E. (1996): Research on Cooperative Learning and Achievement. What We Know, What We Need to Know. *Contemporary educational psychology* 21/1, 43–69.
- Smith, J. (2014): How Apple can improve students struggling with writing. *eSchool News. Daily Tech News & Innovation*. <https://www.eschoolnews.com/2014/05/12/students-struggling-writing-341/>.
- Spencer, D., Cole, M., Joyce, S., Whittaker, X.; Stuart, M. (2021): *Digital automation and the future of work*. EPRS European Parliamentary Research Service. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/656311/EPRS_STU\(2021\)656311_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/656311/EPRS_STU(2021)656311_EN.pdf).
- Stalder, F. (2016): *Kultur der Digitalität*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Stang, R. (2016): *Lernwelten im Wandel. Entwicklungen und Anforderungen bei der Gestaltung zukünftiger Lernumgebungen*. Berlin; Boston: De Gruyter Saur.
- Stang, R. (2017): Analogor Körper im digitalen Raum. Lernen im Zeichen einer ambivalenten Kontextualisierung In: F. Thissen (Hrsg.): *Lernen in virtuellen Räumen. Perspektiven des mobilen Lernens*. Berlin; Boston: De Gruyter Saur, 28–38.
- Stark, L.; Park, B.; Brünken, R. (2018): Emotionen beim Lernen mit Multimedia. In: S. Ladel; J. Knopf; A. Weinberger (Hrsg.): *Digitalisierung und Bildung*. Wiesbaden: Springer VS, 141–158.
- Stark, R.; Schnurer, K.; Mandl, H. (2003): Auf dem Weg in eine neue Lehr-Lern-Kultur. Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen zum selbstgesteuerten und kooperativen Lernen. *Erziehungswissenschaft und Beruf* 51/2, 147–160.
- Stephens, K. K.; Pantoja, G. E. (2016): Mobile Devices in the Classroom. Learning Motivations Predict Specific Types of Multicommunicating Behaviors. *Communication Education* 65/4, 463–479.
- Stilz, M., Ebner, M.; Schön, S. (2020): Maker Education. Grundlagen der werkstattorientierten digitalen Bildung in der Schule und Entwicklungen zur Professionalisierung der Lehrkräfte. In: M. Rothland; S. Herrlinger (Hrsg.): *Digital?! Perspektiven der Digitalisierung für den Lehrerberuf und die Lehrerbildung*. Münster, New York; München; Berlin: Waxmann, 143–159.
- Stöckli, G. (1997): *Eltern, Kinder und das andere Geschlecht. Selbstwerdung in sozialen Beziehungen*. Weinheim: Juventa.
- Stübiger, F.; Schäfer, C. (2003): *Selbstständiges Lernen in der Schule*. Kassel: University Press.
- Sühl-Strohmenger, W. (2016): *Handbuch Informationskompetenz*. 2. Aufl. Berlin; Boston: De Gruyter Saur.
- Surowiecki, J. (2007): *Die Weisheit der Vielen. Warum Gruppen klüger sind als Einzelne*. München: Goldmann.
- Symeonidis, V.; Schwarz, J. F. (2016): Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology. The Recent Curriculum Reform in Finland. *Forum Oświatowe* 28/2, 31–47.

- Terenzini, P. T.; Cabrera, A. F.; Colbeck, C. L.; Parente, J. M.; Bjorklund, S. A. (2001): Collaborative learning vs. lecture/discussion: Students' reported learning gains. *Journal Of Engineering Education* 90/1, 123–130.
- Thissen, F. (2015): Mobiles Lernen. Herausforderungen an die Schule im 21. Jahrhundert. In: G. Birkigt (Hrsg.): *Digitale Medien in der Schule*. Stuttgart: Raabe, 7–34.
- Thomas, J. W. (2000): *A review of research on project-based learning*. Novato, CA: Buck Institute for Education. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf.
- Tiesler, G.; Obersdörster, M. (2010): *Lärm in Bildungsstätten*. https://www.isf-bremen.de/app/download/5556439016/INQA_dt.pdf?t=1327078189.
- Toffler, A. (1971): *Der Zukunftsschock*. München: Scherz.
- Toffler, A. (1980): *The Third Wave*. New York, NY: William Morrow.
- Topping, K.; Ehly, S. (1998): *Peer-assisted learning*. London: Routledge.
- Trilling, B.; Fadel, C. (2009): *21st Century Skills. Learning for Life in our Times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Vernon, D. T.; Blake, R. L. (1993): Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges* 68/7, 550–563.
- Vester, F. (1996): *Denken, Lernen, Vergessen. Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn und wann lässt es uns im Stich?* 23 Aufl. München: dtv.
- Vester, F. (2002): *Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität; ein Bericht an den Club of Rome*. 2 Aufl. München: dtv.
- Vygotski, L. S. (1964): *Denken und Sprechen*. Berlin: Akademie.
- Wah Chu, S. K. (2013): Verwendung von Wikis zum kollaborativen Lernen in Grundschulen. In: M. Notari; B. Döbeli Honegger (Hrsg.): *Der Wiki-Weg des Lernens. Gestalten und Begleiten von Lernprozessen mit digitalen Kollaborationswerkzeugen*. Bern: hep, 151–162.
- Wahl, D. (2020): *Wirkungsvoll unterrichten in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung. Von der Organisation der Vorkenntnisse bis zur Anbahnung professionellen Handelns*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Wang, Y. H. (2020): Integrating Games, e-Books and AR Techniques to Support Project-based Science Learning. *Educational Technology & Society* 23/3, 53–67.
- Weinberg, U. (2015): *Network Thinking. Was kommt nach dem Brockhaus-Denken?* Hamburg: Murmann.
- Weinberger, D. (2013): *Too Big to Know. Das Wissen neu denken, denn Fakten sind keine Fakten mehr, die Experten sitzen überall und die schlaueste Person im Raum ist der Raum*. Bern: Huber.
- Weisel, L. (2017): Informationskompetenz für das selbstgesteuerte Lernen. Grundlagen für das Leben und Arbeiten im digitalen Zeitalter. In: F. Thissen (Hrsg.): *Lernen in virtuellen Räumen. Perspektiven des mobilen Lernens*. Berlin; Boston: De Gruyter Saur, 225–238.
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M.; Carlson, J. (2009): The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching* 47/3, 276–301.
- Wolf, K. D.; Kratzer, V. (2015): Erklärstrukturen in selbsterstellten Erklärvideos von Kindern. In: K.-U. Hugger; A. Tillmann; S. Iske; J. Fromme; P. Grell; T. Hug (Hrsg.): *Jahrbuch Medienpädagogik 12*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 29–44.
- World Economic Forum (2016): *New Vision for Education. Fostering Social and Emotional Learning through Technology*. http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education.pdf.
- World Economic Forum (2020): *The Future of Jobs Report 2020*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf.
- Wylie, C. (2020): *Minf*ck. Wie die Demokratie durch Social Media untergraben wird*. Köln: Dumont.

- Yetkiner, Z. E.; Anderoglu, H.; Capraro, R. M. (2008): *Research summary. Project-based learning in middle grades mathematics*. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- Youniss, J. (1980): *Parents and peers in social development*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Zimmerman. (2000): Self-Efficacy. An Essential Motive to Learn. *Contemp Educ Psychol* 25/1, 82–91.
- Zimmermann, E.; Skrobanek, J. (2015): „Glaube an dich, dann schaffst du es auch?!“ Die Rolle der allgemeinen Selbstwirksamkeitsüberzeugung im Ausbildungsübergang. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 18/2, 351–374.
- Zuckerbrod, N.; De Vivo, K.; Udall, D. (2021): *Enabling Conditions for Scaling Project-Based Learning*. San Rafael, CA: Lucas Education Research.
- Zylka, J. (Hrsg): (2017): *Schule auf dem Weg zur personalisierten Lernumgebung. Modelle neuen Lehrens und Lernens*. Weinheim: Beltz.