

Schulen für die Zukunft gestalten

Gutachten zur Entwicklung von räumlichen
Lehr-Lernsettings für die
Stadtmedienzentren Stuttgart und Karlsruhe

Stuttgart, den 28.11.2021

Prof. Dr. Frank Thissen, Hochschule der Medien Stuttgart

Prof. Dr. Richard Stang, Hochschule der Medien Stuttgart

Inhalt

1. Einleitung	5
2. Herausforderungen im 21. Jahrhundert	8
2.1 Gesellschaftliche Veränderungen	8
2.2 Technologische Veränderungen	9
2.3 Soziale Veränderungen	13
2.4 Globale Herausforderungen.....	21
3. Kompetenzen für die Komplexität	25
3.1 21st Century Skills	25
3.2 Kompetenzerwerb.....	38
4. Schule in der Kultur der Digitalität.....	41
4.1 Probleme der Schule des Industriezeitalters	41
4.2 Pädagogik für das 21. Jahrhundert.....	46
4.3 Konzepte der Pädagogik für das 21. Jahrhundert	47
4.4 Elemente der Pädagogik für das 21. Jahrhundert	56
4.5 Lerninhalte	105
5. Grundlagen der Raumgestaltung	108
5.1 Raum als Rahmung	108
5.2 Körper und Raum.....	109
5.3 Der pädagogische Lehr-Lernraum	111
5.4 Bildungsplan / Leitperspektiven	113
5.5 Zonierung (Learning Zone – Teaching Zone)	115
5.6 Dimensionen (Flexibilität, Multioptionalität).....	115
6. Funktionen der Raumgestaltung	117
6.1 Kommunikation	117
6.2 Inspiration	118
6.3 Information	118
6.4 Präsentation.....	118
6.5 Kollaboration	119
6.6 Konzentration (Einzellernen).....	119
6.7 Beratung	119
6.8 Entspannung / Erholung	120

6.9	Bewegung	120
6.10	Spiel	121
6.11	Perspektiven	121
7.	Elemente der Raumgestaltung	122
7.1	Strukturierung	122
7.2	Möblierung	127
7.3	Technische Ausstattung	128
7.4	Licht	128
7.5	Belüftung	129
7.6	Farben	129
7.7	Akustik	129
7.8	Atmosphäre	129
8.	Anforderungen der Stadtmedienzentren	131
8.1	Stadtmedienzentrum Stuttgart	131
8.1.1	Raumstruktur	131
8.1.2	Multioptionalität	133
8.1.3	Machbarkeit	133
8.2	Stadtmedienzentrum Karlsruhe	134
8.2.1	Raumstruktur	134
8.2.2	Multioptionalität	134
8.2.3	Machbarkeit	134
8.3	Transfermöglichkeiten für Schulen	135
9.	Konzept für Raumgestaltung	136
9.1	Stadtmedienzentrens Stuttgart	136
9.1.1	Raumstrukturen und Umsetzungskonzept	136
9.1.2	Möblierung	142
9.1.3	Technische Ausstattung	143
9.1.4	Licht	144
9.1.5	Farben	144
9.1.6	Akustik	145
9.1.7	Machbarkeit (Sicherheit, Brandschutz etc.)	145
9.2	Stadtmedienzentrens Karlsruhe	145
9.2.1	Raumstrukturen und Umsetzungskonzept	145

9.2.2	Möblierung	148
9.2.3	Technische Ausstattung	149
9.2.4	Licht	149
9.2.5	Farben	149
9.2.6	Akustik	149
9.2.7	Machbarkeit (Sicherheit, Brandschutz etc.)	149
10.	Übertragbarkeit.....	150
10.1	Elemente für die Gestaltung	150
10.2	Angepasste Konzepte an verschiedene Schulsituationen	151
11.	Fazit	152
	Literatur	153

1. Einleitung

Gesellschaftliche Veränderungsprozesse und technologische Entwicklungen stellen immense Herausforderungen für die zukünftige positive Entwicklung unserer Lebenswelt dar. Schulen als zentrale Institutionen zur Gestaltung von Bildungsbiographien sind hier auf besondere Weise gefordert. Dabei muss Schule auf folgende Megatrends¹ reagieren:

Individualisierung und die damit verbundene erhöhte *Diversität* sind Herausforderungen, mit denen sich Bildung auseinandersetzen muss. Dabei ist es wichtig, durch kommunikative Verknüpfung individueller Kompetenzen die Grundlage für gemeinschaftliche Veränderungsprozesse zu liefern. Schulen sind Orte, in denen diese Verknüpfung stattfinden kann bzw. muss.

Auch der Megatrend *Wissenskultur* ist von besonderer Relevanz. Durch den veränderten Umgang mit permanenter Wissensgenerierung auf allen gesellschaftlichen Ebenen wird der Zugang zu Bildung immer wichtiger und muss auf unterschiedlichste Weise realisiert werden. *Open Knowledge* bietet hier neue Optionen aber auch *Lebenslanges Lernen* wird ein wichtiger Modus biographischer Gestaltung. Auch hier schaffen Schulen eine wichtige Basis.

Die zunehmende Bedeutung der *Digitalisierung* hat zur Folge, dass Themen wie *Konnektivität* und neue Kompetenzen – z. B. *Digital Literacy* – größere Relevanz erhalten. Schule sollte dabei helfen, den Schülerinnen und Schülern die Kompetenzen zu vermitteln, die dynamischen Herausforderungen nicht nur adaptiv bewältigen, sondern auch produktiv gestalten zu können.

New Work kennzeichnet einen grundlegenden Wandel in der Arbeitswelt, auf den auch Schülerinnen und Schüler vorbereitet werden müssen. Dabei geht es um individuelle Potentialfaltung, Work-Life-Balance, örtliche und zeitliche Flexibilisierung der Arbeit sowie der aktive Einbezug aller Beteiligten in die Entscheidungsbildungsprozesse. Arbeit und Freizeit werden stärker miteinander verknüpft, als dies früher der Fall war. Neue Arbeitsmodelle schlagen sich auch in der Verortung der Arbeit nieder. Flexibles Agieren in den verschiedenen Kontexten wird immer wichtiger.

Der Megatrend *Neo-Ökologie*, in dessen Zentrum Sinnhaftigkeit, soziale Perspektiven und Nachhaltigkeit des eigenen Tuns stehen, erfordert individuelle Strategien, die eingeübt werden müssen. Dabei geht es vor allem um die Frage, wie unser Leben in Anbetracht des Klimawandels gestaltet werden kann. Hier sind Schulen gefordert, grundlegendes Rüstzeug an die Hand zu geben.

Globalisierung ist ein zentraler Trend, der gesellschaftliche und ökonomische Problemlagen in einem weltweiten Ausmaß generiert. Die globale Komplexität, die sich scheinbar dem individuellen Zugriff entzieht, führt dazu, dass lokale und regionale Kontexte wieder stärker in den Fokus treten, da Menschen stets Verortung und Identität suchen. Schule sollte ein Ort sein, der Teil dieser Verortung und Identitätsbildung ist.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen stellt sich die Frage, wie Schule der Zukunft gestaltet werden sollte.

¹ Siehe hierzu: <https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/>; <https://www.izt.de/>; <https://netzwerk-zukunftsforschung.de/> (Zugriff: 20.10.2021).

Um eine Antwort auf diese Frage zu erhalten, haben die Stadtmedienzentren Stuttgart und Karlsruhe den Auftrag erteilt, wissenschaftlich fundierte Raumszenarien für Einrichtungen zu entwickeln, die diesen Herausforderungen Rechnung tragen. Die Beantwortung dieser komplexen Fragestellungen ist kein triviales Unterfangen und kann im Rahmen dieses Gutachtens sicherlich nicht abschließend beantwortet werden. So ist das Gutachten eher als Versuch anzusehen, Eckpunkte für die Gestaltung der Schule der Zukunft vor allem im Hinblick auf die Raumorganisation zu entwickeln.

Zunächst werden in *Kapitel 2* die Herausforderungen im 21. Jahrhundert beschrieben, da diese benannt werden müssen, um deutlich zu machen, wie wichtig eine Neuorientierung im Schulbereich ist, um diese Herausforderungen zu bewältigen.

Im *Kapitel 3* steht die Kompetenzorientierung im Fokus, da immer deutlicher wird, dass die Vermittlung von Wissen nur ein Aspekt von Schule ist und dass es vielmehr vor dem Hintergrund der Dynamisierung gesellschaftlicher und technologischer Entwicklungen darum geht, Bildung kompetenzorientiert zu gestalten.

Dass die Digitalisierung ein gesellschaftlicher *Changemaker* ist, kann kaum noch infrage gestellt werden. Deshalb wird Pädagogik vor diesem Hintergrund im *Kapitel 4* in den Blick genommen. Dabei werden lerntheoretische Grundlagen präsentiert, die deutlich machen, dass es für die Neuorientierung von Schule keine Alternative gibt.

Dies hat auch Auswirkungen auf die Raumgestaltung in Schulen. Die Grundlagen für Raumgestaltung, auch unter der Perspektive von Körperlichkeit, werden in *Kapitel 5* entfaltet. Dabei geht es auch um grundlegende Aspekte, die bei der Raumgestaltung nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

Die Bedeutung von Räumen für das Lernen wird in *Kapitel 6* in den Fokus gerückt, wenn die verschiedenen Funktionen, die Schulräume erfüllen sollten, aufgefächert werden. Davon ausgehend werden in *Kapitel 7* Elemente der Raumgestaltung eingehender beleuchtet.

Die Anforderungen der Stadtmedienzentren Stuttgart und Karlsruhe werden in *Kapitel 8* vorgestellt, um dann in *Kapitel 9* Konzepte vorzustellen, wie die Räume der Stadtmedienzentren so gestaltet werden, dass sie als Modellräume für Schulen dienen können.

Wichtig bei der Entwicklung der Konzepte war deren Übertragbarkeit auf Schulen jeglicher Art. Hierzu werden Hinweise in *Kapitel 10* gegeben. Dabei wird auch nochmals deutlich gemacht, dass mit einfachen Mitteln bereits Veränderungen vorgenommen werden können. Es war nicht der Anspruch der Autoren, Visionen für die fernere Zukunft zu entwickeln, sondern Konzepte, die kurz- und mittelfristig umgesetzt werden können, um die Schule von einer Lehranstalt zu einer Lernwelt zu transformieren.

Im Fazit werden dann wichtige Aspekte nochmals gebündelt, wobei der Fokus auch auf den Akteurinnen und Akteuren liegt, die für die Raumgestaltung verantwortlich sind. Denn durch die Räume werden die Optionen für das Lernen der Schülerinnen und Schüler präformiert und es ist darauf zu achten, dass nicht der Raum die Didaktik bestimmt, sondern die Didaktik den Raum. Und wenn dann die Didaktik das Lernen in den Fokus rückt und nicht das Lehren, könnte der Umbau der Schule gelingen.

Wir hoffen, mit unserem Gutachten einen Diskussionsanstoß zur räumlichen Gestaltung von Schulen liefern zu können. Dabei vertreten wir nicht den Anspruch, das Ei des Kolumbus gefunden zu haben, sondern haben versucht, auf der Basis neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse Optionen aufzuzeigen, in welche Richtung Schulentwicklung gehen sollte. Dass die Zeit dazu drängt, ist uns sehr bewusst.

2. Herausforderungen im 21. Jahrhundert

2.1 Gesellschaftliche 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*, in dem sie sich mit den Veränderungen der letzten Jahre durch computergestützte Technologien auseinandersetzen, ziehen.

Und auch der Ökonom Fredmund Malik beschreibt diese dramatischen Veränderungen, die nicht nur lediglich 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 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 Baumann 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. Jahrhunderts 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.²

Der Soziologe Ulrich Beck spricht in seinem letzten Buch von einer aktuell 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 auf für Beck ist dieser massive Wandel mit großen Verunsicherungen verbunden.

Aber genau 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

² SCIENCE ORD.at: Die Zeit ist aus den Fugen, <https://sciencev2.orf.at/stories/1764698/index.html>.

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 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)

2.2 Technologische Veränderungen

Der Computer als Schlüsseltechnologie der Veränderung ist eigentlich keine neue Technologie. Angefangen bei Charles Babbages Entwurf der *Analytical Engine* (1837) und Alan Turings Konzept der *Turingmaschine* (1936) über Konrad Zuses Z3 (1941) und dem ENIAC (1946) entwickelten sich die sog. „Elektronengehirne“ ab Ende der 1970er Jahre mit dem Apple II (1977) und dem IBM PC (1981) zu alltagstauglichen Massenprodukten.

Im Gegensatz zu analogen Technologien gibt es beim Computer aber einen entscheidenden Unterschied in Bezug auf Innovation, der nach dem Mitbegründer der Firma INTEL, *Gordon Eri Moore*, als das Moore'sche Gesetz bezeichnet wird. Es besagt, dass sich die Leistungsfähigkeit eines Computers durchschnittlich alle 18 Monate verdoppelt. Bei dieser Verdoppelung handelt es sich somit um ein exponentielles Wachstum, das dazu führt, dass die Kurve der Leistungsfähigkeit nach einem zunächst langsamen Anstieg plötzlich nach oben schießt und Dinge ermöglicht, die lange Zeit unmöglich zu sein schienen. So findet sich beispielsweise die Rechenleistung des im Jahre 1997 leistungsfähigsten Computers der Welt (Kosten 55 Mio. \$, 100 Schränke auf 150 m², 800 KW/Stunde)³, zehn Jahre später in einer Sony Playstation für 500 \$. Und es ist noch kein Ende abzusehen⁴.

Diese gigantische Rechenleistung führt beispielsweise im Bereich der *Robotik* dazu, dass humanoide Roboter zunehmend leistungsfähiger werden, wie beispielsweise der *Atlas* der Firma *Boston Dynamics*, erstmals vorgestellt im Jahre 2013 (Guizzo & Ackerman, 2016). *Atlas* kann sich auch am Abhang eines schneebedeckten Waldes autonom bewegen und orientieren, trägt schwere Lasten und ist in Situationen einsetzbar, die für Menschen zu gefährlich wären.⁵ Ein Roboter der Firma *Kuka* gewinnt 2014 gegen den deutschen Weltmeister Timo Boll im Tischtennis.⁶

³ <https://web.archive.org/web/20110711065402/http://www.sandia.gov/ASCI/Red/AsciRed-noframes.htm>.

⁴ <https://www.spektrum.de/news/mehr-als-moore/1405206>.

⁵ <https://youtu.be/rVlhMGQgDkY>.

⁶ The Duel: Timo Boll vs. KUKA Robot: <https://youtu.be/tlIJME8-au8>.

Im Bereich der Chirurgie werden die *Da-Vinci-Operationssysteme* der Firma *Intuitive Surgical* in vielen Krankenhäusern bereits unterstützend bei Operationen eingesetzt. Und im Agrarbereich kommen zunehmend Roboter⁷ sowie Drohnen⁸ zum Einsatz, was noch vor wenigen Jahren unvorstellbar schien. (Ford, 2016; Wagner, 2015)

Dies sind nur einige ausgewählte Beispiele, doch es liegt auf der Hand, dass Roboter in wenigen Jahren in weite Bereiche des alltäglichen Lebens Einzug halten werden und damit auch viele Arbeitsplätze neu definiert werden. (Acemoglu & Restrepo, 2020; Ullrich, 2017; OECD, 2017)

Der Roboter *Sophia*⁹ zeigt ein zweites Element der Digitalisierung auf, das zunehmend an Einfluss auf sehr viele Bereiche der Berufs- und Alltagswelt gewinnt: die *Künstliche Intelligenz* (KI) (Volland, 2018; Tegmark, 2017; Ramge, 2019). Auch hier besteht inzwischen eine Leistungsfähigkeit, die lange Zeit in der Diskussion um die KI unmöglich zu sein schien. So „philosophiert“ beispielsweise der Roboter *Sophia*¹⁰, der ein schon sehr starkes menschenähnliches Aussehen besitzt und menschliches Verhalten simuliert, im Gespräch mit einem Menschen über seine Existenz. Das von der Firma *DeepMind* entwickelte Computerprogramm *AlphaGo* gewann 2016 im Go-Spiel gegen einen der Weltbesten Profispieler, Lee Sedol, nachdem die Software sich das äußerst komplexe Brettspiel selbst beigebracht hat.¹¹ Auch selbstfahrende Autos, nach Ansicht zweier führender Experten des MIT im Jahr 2004 noch für absolut unmöglich gehalten, sind heute kein technologisches Problem mehr, sondern nur noch ein juristisches (Levy & Murnane, 2012).

Auch die Bereiche der virtuellen (VR) und erweiterten (AR) Realität und des 3D-Druckens bieten inzwischen völlig neue Möglichkeiten. So werden in der Aus- und Weiterbildung (z. B. Luftfahrt, Autoindustrie, Medizin) inzwischen VR- und AR-Anwendungen bereits in vielen Bereichen eingesetzt, z. B. beim Einüben des Umgangs mit gefährlichen Situationen oder auch komplexen chirurgische Operationen, der Wartung von Maschinen oder der Simulation von Handlungsabläufen, die mit hohen Materialkosten verbunden sind. Aber auch zur Dokumentation einer historischen Gedenkstätte oder der Darstellung von komplexen Gegenständen, wie eines Flugzeugcockpits, können Anwendungen der erweiterten Realität durchaus sinnvoll sein und lassen sich zum Beispiel mit einem Smartphone vor Ort nutzen. Auch im therapeutischen Bereich werden VR-Anwendungen eingesetzt wie beispielsweise zur Bekämpfung von Phobien. (Dörner et al., 2019; Laurel, 2016; Lanier, 2018)

Im Bereich des *3-D-Drucks* lassen sich nicht nur Häuser aus Beton drucken, sondern zukünftig auch menschliche Organe (Atala & Richardson, 2016; Gilbert et al., 2018).

⁷ <https://www.agriexpo.online/de/landwirtschaftlich-hersteller/agrarroboter-35.html>; <https://www.bundesregierung.de/breg-de/mediathek/feldroboter-bosch-agrarroboter-digitalisierung-landwirtschaft-1775560>.

⁸ vgl. Raffaello D'Andrea: Meet the dazzling flying machines of the future, https://www.ted.com/talks/raffaello_d_andrea_meet_the_dazzling_flying_machines_of_the_future.

⁹ <https://www.hansonrobotics.com/sophia>.

¹⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=Sq36J9pNaEo>.

¹¹ <https://web.archive.org/web/20160225112928/http://www.deepmind.com/alpha-go.html>.

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

So schreiben Frey und Osborne 2013 in ihrer Studie *The future of employment* (Frey & Osborne, 2013): „algorithms for big data are now rapidly entering domains reliant upon pattern recognition and can readily substitute for labour in a wide range of non-routine cognitive tasks (Brynjolfsson and McAfee, 2011; MGI, 2013)“ (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 die Berufstätigen 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 fassen 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).

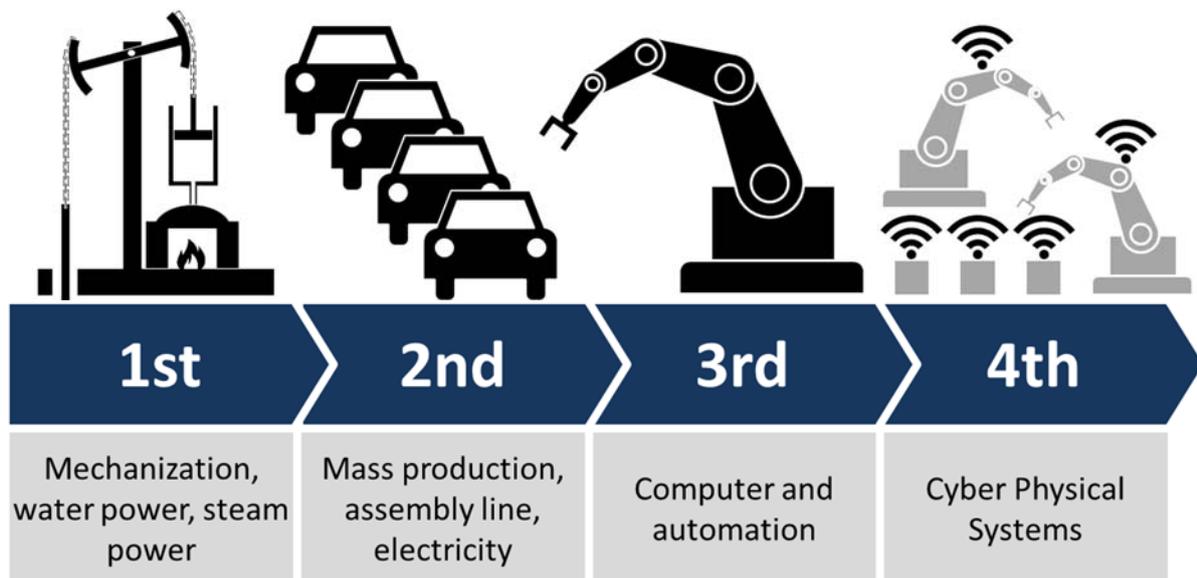


Abb. 1: Technische Entwicklungsschritte (Christoph Roser et al. AboutLean.com, CC BY-SA 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>, via Wikimedia Commons).

Ebenso verweist der aktuelle Bericht des World Economic Forums *The Future of Jobs Report 2020* (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. (Forum, 2020, 5)

➤ Increasing demand		➤ Decreasing demand	
1	Data Analysts and Scientists	1	Data Entry Clerks
2	AI and Machine Learning Specialists	2	Administrative and Executive Secretaries
3	Big Data Specialists	3	Accounting, Bookkeeping and Payroll Clerks
4	Digital Marketing and Strategy Specialists	4	Accountants and Auditors
5	Process Automation Specialists	5	Assembly and Factory Workers
6	Business Development Professionals	6	Business Services and Administration Managers
7	Digital Transformation Specialists	7	Client Information and Customer Service Workers
8	Information Security Analysts	8	General and Operations Managers
9	Software and Applications Developers	9	Mechanics and Machinery Repairers
10	Internet of Things Specialists	10	Material-Recording and Stock-Keeping Clerks
11	Project Managers	11	Financial Analysts
12	Business Services and Administration Managers	12	Postal Service Clerks
13	Database and Network Professionals	13	Sales Rep., Wholesale and Manuf., Tech. and Sci.Products
14	Robotics Engineers	14	Relationship Managers
15	Strategic Advisors	15	Bank Tellers and Related Clerks
16	Management and Organization Analysts	16	Door-To-Door Sales, News and Street Vendors
17	FinTech Engineers	17	Electronics and Telecoms Installers and Repairers
18	Mechanics and Machinery Repairers	18	Human Resources Specialists
19	Organizational Development Specialists	19	Training and Development Specialists
20	Risk Management Specialists	20	Construction Laborers

Source
Future of Jobs Survey 2020, World Economic Forum.

Abb. 2: Top 20 job roles in increasing and decreasing demand across industries (Forum, 2020, 30).

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. (Forum, 2020, 49)

Und 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 allerdings deutlich, dass die einfachen Routinetätigkeiten in den nächsten Jahren durch Maschinen ersetzt werden. (Spencer et al., 2021, 19–21)

2.3 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*).

Mit den Möglichkeiten Texte, Bilder, Töne und Bewegtbilder zu digitalisieren kam es ab dem Ende des 20. Jahrhunderts zu einem massiven Anstieg an Daten. Während vor der Erfindung des Buchdrucks Bücher mühsam abgeschrieben werden mussten und deshalb nur in sehr geringen Mengen vorhanden waren, erreichten sie ab der Mitte des 15. Jahrhunderts eine weite Verbreitung (Giesecke, 2006). Bilder (Gemälde) und Musik (Orchesteraufführungen) waren jedoch nach wie vor an bestimmte Orte und Zeiten gebunden. Erst durch die Fotografie und das Grammophon fanden auch diese Artefakte weite Verbreitung. Der rapide Anstieg jedoch entstand durch die Digitalisierung und Technologien wie Scanner, digitale Kameras, MP3-Player und schließlich die Smartphones. Nun war es möglich, Texte, Töne, Bilder und Videos beliebig zu produzieren, zu kopieren, zu speichern und zu verbreiten.

Durch die Einführung des *World Wide Web* im Jahre 1991 entstand eine Technologie, die einen Container für die digitalisierten Informationen vielfältigste Art bietet. Und durch das Web 2.0 kann nun jeder Mensch mit Zugang zum Internet zum Produzenten von Informationen werden. (Rankin, 2011) Die Datenmenge der im Internet verfügbaren Daten betrug 2018 ca. 33 Zettabyte¹². Für das Jahr 2025 werden 175 Zettabyte prognostiziert.

¹² <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/267974/umfrage/prognose-zum-weltweit-generierten-datenvolumen/> (33 Zettabyte = 33.000.000.000.000.000.000 Bytes).

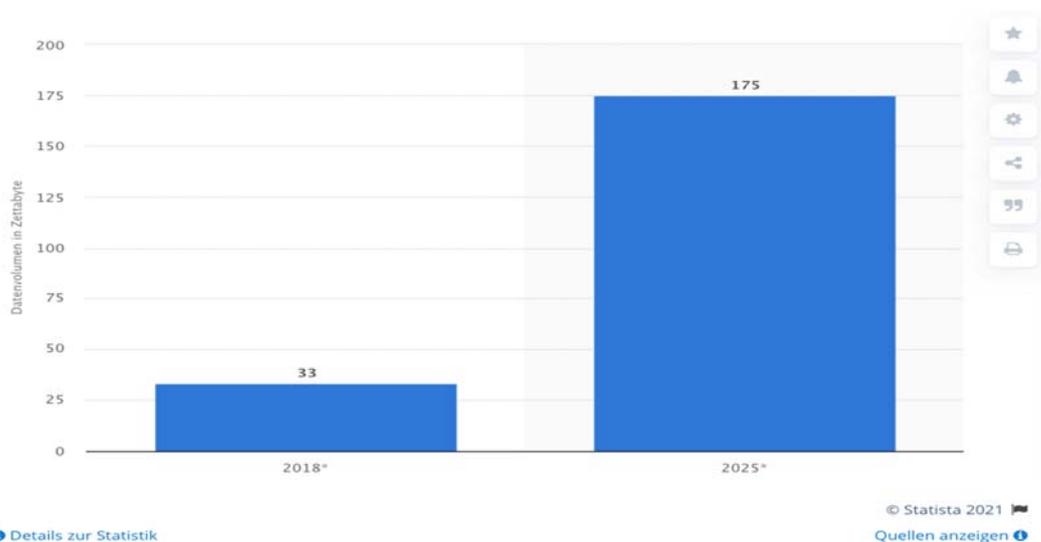


Abb. 3: Prognose der im Internet verfügbaren Datenmenge <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/267974/umfrage/prognose-zum-weltweit-generierten-datenvolumen/> (Zugriff: 20.10.2021).

Die Web Site *live-counter.com* beschreibt die Größe eines Zettabytes: „Auf Millimeter-Papier gedruckt (in jedem Quadrat ein Buchstabe) wäre das Papier eine Milliarde km² gross. Die gesamte Erdoberfläche (510 Millionen km²) wäre knapp zwei mal von einer Schicht Papier bedeckt.“¹³

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, 2012) beziehungsweise Software zur Analyse und aufbereiteten 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.¹⁴

¹³ www.live-counter.com.

¹⁴ Hal Varian, zit. nach <https://www.pewresearch.org/internet/2014/03/11/digital-life-in-2025/>.

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.

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 (GfA, 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 (GfA, 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)

Aber es ist nicht nur die *Menge* der digitalen Informationen, die sie von den analogen Informationen des *Gutenberg-Zeitalters* (McLuhan, 1995) unterscheidet, es ist auch die Vernetzung dieser Informationen in einem Hypertext.

Der Amerikaner Vannevar Bush stellte in seinem berühmten Essay *As We May Think* (Bush, 1945) den *Hypertext* im Gegensatz zum linearen Text als eine Form der Vernetzung von Informationen vor, die dem menschlichen assoziativen Denken entspricht. Dabei handelt es sich um eine netzförmige Struktur vieler kleiner Informationsbausteine, die vielfältig miteinander verbunden sind. Bushs Konzept erfuhr eine sehr folgenreiche Umsetzung durch den britischen Informatiker Tim Berners-Lee, der 1989 am europäischen Forschungszentrum CERN durch seine Definition der Seitenbeschreibungssprache HTML und eines entsprechenden Transferprotokolls (HTTP) eine Möglichkeit entwickelte, die vielfältigen Informationen am CERN in einer standardisierten Form bereitzustellen und miteinander zu vernetzen (Berners-Lee, 1990)¹⁵ Dies war die Grundidee für das *World Wide Web* (WWW), das seitdem ein rasantes Wachstum erfährt und in immer mehr Lebensbereiche Einzug hält.

¹⁵ <https://www.w3.org/Proposal>.

Das Pew Research Institut prognostizierte 2014 auf der Basis von 2.558 Expertenmeinungen, dass das Internet spätestens im Jahr 2025 in sämtliche Lebensbereiche integriert sein wird, so wie es heute die Elektrizität ist. (Anderson & Rainie, 2014)

The Internet will be everywhere, embedded in all of our technologies. It will be so pervasive that it will define how the world works. The Internet of Things is the next frontier. Adoption will be driven by the prospect for improved efficiency, productivity, and the opportunity to create new high-value applications. (Anderson & Rainie, 2014)

Wie ein trockener Schwamm saugt das Internet, das „nie vergisst“, eine gigantische Fülle von Daten auf und stellt sie als *Big Data* zur Verfügung. Deren Auswertung hat dann vielfältige Konsequenzen, wie zum Beispiel Profile, die automatisiert von Internetnutzern erhoben werden, um ihre Vorlieben, Interessen und Lebensweisen zu ermitteln und auf dieser Basis zum Beispiel personalisierte Werbung zu schalten. Das prominenteste Beispiel ist die Auswertung von Nutzerdaten im US-amerikanischen Wahlkampf und dem Brexit-Referendum 2016 durch die Firma Cambridge Analytica. Autoren wie Wylie (Wylie, 2020) und Zuboff (Zuboff, 2018) warnen von den Auswirkungen von *Big Data* und Strittmatter sieht den totalitären Überwachungsstaat in der Volksrepublik China bereits realisiert (Strittmatter, 2018).

Die positive Seite der Nutzung von *Big Data* sind aber auch ihre vielfältigen Möglichkeiten, die sich beispielsweise in Projekten wie dem von Microsoft zeigen, in dem die DNA von Insekten weltweit ausgewertet wird, um auf dieser Basis Krankheiten und Epidemien vorauszusagen und entsprechende Medikamente im Vorfeld entwickeln zu können. In einem weiteren Projekt wird auf der Basis von 1,8 Millionen Bildern der Netzhaut von knapp 300 Patienten das statistische Risiko für eine Herzerkrankung ermittelt (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013).

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 & Alvin, 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 den 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*.

Soziale Medien (social media) stellen eine Form der Kommunikation mit Hilfe des Internets dar, „in der Inhalte im Netzwerken geteilt werden, die Gemeinschaften und Beziehungen abbilden“ (Wampfler, 2014, 178).

Durch die Einführung der Mobiltelefone im Jahr 2007 erhielt die Entwicklung dieser *sozialen Medien* (social media) einen massiven Schub, diese können nun auf Computern genutzt werden, die in die Hosentasche passen. So sind Menschen weltweit in einem „globalen Dorf“ (McLuhan, 1962) untereinander mithilfe der *sozialen Medien* vernetzt, treten in Kontakt zueinander, um Ideen auszutauschen, sich gegenseitig zu beraten, Informationen zur Verfügung zu stellen und Ziele gemeinsam zu erreichen.

Auch im Bereich der *Sozialen Medien* erleben wir einen ähnlichen Anstieg an Datenmengen und Nutzern. So nutzen nach Angaben der Wirtschaftswoche¹⁶ weltweit 4,2 Milliarden Menschen soziale Medien (Stand: Januar 2021), davon sind ca. 2,74 Milliarden weltweit auf Facebook miteinander verbunden (Stand: Januar 2021, Quelle: Statista. Jede Minute werden ungefähr 500 Stunden Videomaterial auf YouTube hochgeladen, ca. 42 Millionen WhatsApp Nachrichten verschickt, 150.000 Facebook-Einträge erstellt und circa 3000 Tik Tok-Konten eingerichtet.

¹⁶ <https://blog.wiwo.de/look-at-it/2021/01/28/corona-beschleunigt-social-media-wachstum-42-milliarden-user-plus-13-millionen-am-tag/>.

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)

In Facebook und anderen Foren findet zunehmend Lebensberatung zu unterschiedlichsten Themen von der Gesundheit bis zur Rasenpflege statt, indem Nutzerinnen und Nutzer ihre Erfahrungen und Ideen miteinander teilen. James Surowiecki spricht dabei von der „Weisheit der Vielen“ (Surowiecki, 2007), der *Schwarmintelligenz*, die den Expertenmeinungen häufig gleichberechtigt, wenn nicht gar überlegen ist.

Menschen erstellen Videos zu unterschiedlichsten Themen, laden sie kostenlos auf YouTube hoch und erfahren damit Beachtung, Selbstwirksamkeit und einen Verbreitungsgrad, der ohne das Internet nicht möglich wäre. So wurde beispielsweise das Video des Aktivisten Rezo „Die Zerstörung der CDU“¹⁷ vor der Europawahl in 2019 innerhalb von wenigen Tagen von über 13 Millionen Menschen gesehen. Der Kid President, Robby Novak aus Tennessee, ermutigt in seinen Videobotschaften andere Kinder und hat damit inzwischen eine weltweite Fan-Gemeinde, seine Videos werden von mehreren Millionen Menschen abgerufen¹⁸. In Instagram erzählen Menschen Geschichten, beraten andere, teilen ihre Gedanken und nicht wenige sogenannte *Influencer* haben besonders auf Jugendliche einen massiven Einfluss und prägen deren Einstellungen, Werte und Verhaltensweisen, bis hin zum Aussehen.

Schließlich sei noch der Aspekt der Selbstwirksamkeit erwähnt, den das Internet nicht nur einem Robby Novak bietet, sondern auch Menschen, die ein Produkt entwickeln, eine Idee realisieren wollen oder andere Formen der Unterstützung benötigen. Beim so genannten *Crowd Funding* kann jeder, der Geld für die Realisierung einer Idee oder eines Produktes benötigt, mithilfe des Internets Gelder dafür sammeln. Auch auf diesem Gebiet gibt es inzwischen einige Firmen, die sich zunächst damit finanziert haben. (Brouncken et al., 2015)

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

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

¹⁷ <https://youtu.be/4Y1lZQsyuSQ>.

¹⁸ <http://kidpresident.com/>. Das Video „A Pep Talk from Kid President to You“ (<https://www.youtube.com/watch?v=l-gQLqy9f4o>) hat mehr als 47 Millionen Aufrufe (Stand: September 2021).

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 Felix 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.

Eine, wenn nicht die grundlegende Methode, mit der Menschen – alleine oder in Gruppen – in der kollektiven Verhandlung von Bedeutung teilnehmen, besteht in der Kultur der Digitalität darin, Bezüge herzustellen. Referentielle Verfahren spielen sowohl bei der Bedeutungs- als auch bei der Formgebung in vielen Bereichen eine wichtige Rolle. [...] Dabei wird bereits mit Bedeutung versehenes Material – im Unterschied zu sogenanntem Rohmaterial – verwendet, um neue Bedeutung zu schaffen. (Stalder, 2016, 96–97)

Und dieses Material wird vielfältig eingesetzt in den referentiellen Verfahren von „Remix, Remake, Reenactment, Appropriation, Sampling, Mem, Nachahmung, Hommage, Tropocália, Parodie, Zitat, Postproduktion, Re-Performance, Camouflage, (nichtakademische) Forschung, Re-Kreativität, Mashup, transformative Nutzung und so weiter.“ (Stalder, 2016, 97)

Alte Konzept der Kulturindustrie, Verlage, Archive, wissenschaftlichen Institutionen und Museen werden dabei massiv infrage gestellt und „können diesen Strom weder im Kleinen noch im Großen kanalisieren. Sie fungieren kaum mehr als Gatekeeper zwischen den Bereichen, die einst mit ihrer Hilfe als ‚privat‘ und ‚öffentlich‘ definiert wurden. Immer weniger entscheiden sie darüber, was als wichtig zu gelten hat und was nicht.“ (Stalder, 2016, 114)

- 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)

Die Gemeinschaftlichkeit der Digitalität findet in Netzwerken als Handlungsraum statt (Stalder, 2016, 79), denn „sich als Einzelner in einer komplexen Umwelt zu orientieren ist unmöglich. Bedeutung wie auch Handlungsfähigkeit können nur im Austausch mit anderen entstehen, sich festigen und wandeln.“ (Stalder, 2016, 128)

Für diese Gemeinschaftlichkeit muss der Einzelne „viel und kontinuierlich kommunizieren, um sich innerhalb der Felder und Praktiken zu konstituieren, sonst bleibt er unsichtbar“ (Stalder, 2016, 137)

Im Internet entstehen somit neue Formen des Austausches und der gemeinsamen Konstruktion von Weltwahrnehmung und Bedeutungen, ein „kollektiv getragener Referenzrahmen“ (Stalder, 2016, 13).

- **Algorithmizität**

Schließlich beschreibt das dritte Merkmal der Kultur der Digitalität die Folgen der Tatsache, dass Informationen im Internet von Programmen (z.B. Suchmaschinen) 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)

Die wohl bekanntesten Algorithmen, welche digitale Infosphäre sortieren und in der heutigen Form überhaupt erst nutzbar machen, sind die der Suchmaschinen, allen voran Googles Page-Rank. Dank ihnen wir uns in einer Welt unstrukturierter Informationen zurecht und können immer größere Teile der (informationellen) Welt in die Ordnung der Unstrukturiertheit überführen [...]. *Unstrukturiert* heißt hier, dass es keine vorgegebene Ordnung gibt, wie etwa, um noch einmal das Bild von der Bibliothek zu bemühen, ein Katalogisierungssystem, das jedem Buch einen spezifischen Platz in einem Regal zuweist. Vielmehr liegen alle Bücher kreuz und quer im Raum verteilt und werden je nach Anfrage dynamisch angeordnet, so dass die passenden Bücher für jeden Besucher immer gleich am Eingang bereitstehen. Doch die Metapher mit den kreuz und quer verteilten Büchern ist problematisch, denn *Unstrukturiertheit* bedeutet nicht einfach die Abwesenheit jeglicher Struktur, sondern die Präsenz einer anderen Art von Ordnung, einer Metastruktur, einer Ordnungspotenz, aus der sich zahllose konkrete Ordnungen ad hoc generieren lassen. Diese Metastruktur wird von Algorithmen erstellt. Anschließend leiten sie aus ihr eine tatsächliche Ordnung ab, die dem Nutzer begegnet, wenn er etwa die Liste mit den Treffern durchscrollt, die ihm eine Suchmaschine liefert. Was der Nutzer nicht sieht, sind die komplexen Voraussetzungen für die Zusammenstellung seiner Suchergebnisse: Allein der Google-Index umfasste beispielsweise Mitte 2014 laut Firmenangaben mehr als hundert Millionen Gigabytes an Daten. (Stalder, 2016, 182, H.i.O.).

Diese automatisierte Auswahl von Angeboten, nicht nur bei Suchmaschinen, sondern auch sämtlichen sozialen Medien führt dazu, dass vorhandene Interessen, Merkmale, Vorlieben, Weltanschauungen von 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).

Genau dieses Phänomen wurde sowohl bei der Wahl des amerikanischen Präsidenten 2020 als auch in der Corona-Pandemie bei den Verschwörungserzählungen in sozialen Netzwerken beobachtet (Jaster & Lanius, 2019; Nocun & Lamberty, 2020; Butter, 2021; Drösser, 2016). Lanius weist darauf hin, dass „die durch *Fake News* hervorgerufene Verunsicherung [...] jenen in die Hände [spielt], die ein Interesse daran haben, Angst, Desinformation und Chaos zu verbreiten.“ (Jaster & Lanius, 2019, 9)

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

2.4 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* (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
Financial interdependence at local, national and regional levels has created global value chains and a shared economy, but also pervasive uncertainty and exposure to economic risk and crises. Data is being created, used and shared on a vast scale, holding out the promise of expansion, growth and improved efficiency while posing new problems of cyber security and privacy protection. (Howells, 2018, 3)
- Cybersicherheit und Privatsphäre
Scientific knowledge is creating new opportunities and solutions that can enrich our lives, while at the same time fuelling disruptive waves of change in every sector. Unprecedented innovation in science and technology, especially in bio-technology and artificial intelligence, is raising fundamental questions about what it is to be human. It is time to create new economic, social and institutional models that pursue better lives for all. (Howells, 2018, 3)

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)
As the global population continues to grow, migration, urbanisation and increasing social and cultural diversity are reshaping countries and communities. In large parts of the world, inequalities in living standards and life chances are widening, while conflict, instability and inertia, often intertwined with populist politics, are eroding trust and confidence in government itself. At the same time, the threats of war and terrorism are escalating. (Howells, 2018, 3)

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

- Neue Lösungsansätze und -wege in einer sich rapide verändernden Welt definieren und umsetzen (Howells, 2018, 3)

- Größer definierte Bildungsziele für das individuelle und kollektive Wohlbefinden festlegen (Howells, 2018, 3)
- Orientierung in und Navigation in einer komplexen und unsicheren Welt ermöglichen (Howells, 2018, 4)
- Eine weite Spannweite an Kenntnissen, Kompetenzen und Werten entwickeln und fördern (Howells, 2018, 4)
- Kompetenzen zur Veränderung der Gesellschaft und der Gestaltung der Zukunft schaffen (Howells, 2018, 5)
- Designprinzipien für einen ökonomischen Wandel einüben (Howells, 2018, 6)

In diesem Sinne geht das Strategiepapier der Kultusministerkonferenz *Bildung in der digitalen Welt* 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. (Kultusministerkonferenz, 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 sind u.a.m. (Howells, 2018, 3).



Abb. 4: The Global Goals (<https://www.globalgoals.org/>).

Das österreichische *Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie* verweist darauf, dass die Umsetzung dieser 17 Nachhaltigkeitsziele

tiefergehenden gesellschaftlichen Wandel [erfordern], der durch Bildung unterstützt werden muss. Globales Lernen/ Global Citizenship Education oder Bildung für nachhaltige Entwicklung sind kein zusätzlicher „Stoff“ noch sollten sie als punktuelle Projekte umgesetzt werden. Es geht vielmehr um eine neue Perspektive, die alle Bildungsgegenstände und -prozesse durchdringen und handlungsleitend für Unterrichtsgestaltung und Schulentwicklung werden soll. Schulen können zu Lernorten für globale Gerechtigkeit, Weltoffenheit, geteilte Verantwortung, für den Umgang mit Vielfalt und für nachhaltige Entwicklung werden.¹⁹

Schließlich sei noch auf ein Merkmal der digitalisierten Welt hingewiesen, das der Ökonom Fredmund 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.

¹⁹ <https://bildung2030.at/lemort-schule/schulentwicklung/>.

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 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.

3. Kompetenzen für die Komplexität

3.1 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 britische Bildungorganisation Jisc²⁰ benannte 1997, basierend auf der Arbeit von Gilster (Gilster, 1997), sieben *digital literacies* für das Leben im 21. Jahrhundert²¹:

- Media literacy
- Communication and collaboration
- Career & identity management
- ICT literacy
- Learning skills
- Digital scholarship
- Information literacy

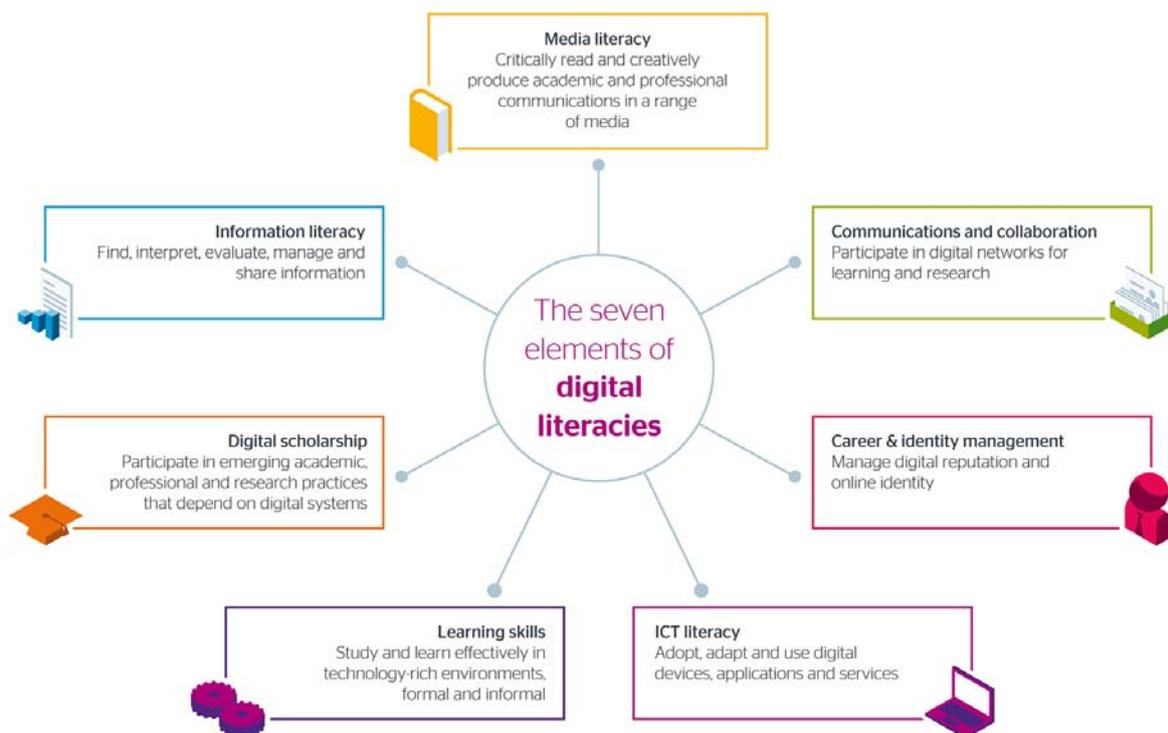


Abb. 5: Digital Literacies JISC, <https://www.jisc.ac.uk/guides/developing-digital-literacies> (Zugriff: 20.10.2021).

Auch der Dearing Report *Higher Education in the learning society* (1997) beschreibt bereits 1997 vier Schlüsselkompetenzen für die sich wandelnde Welt:

- Kommunikationskompetenzen
- Rechnen

²⁰ <https://www.jisc.ac.uk/>.

²¹ <https://www.jisc.ac.uk/guides/developing-digital-literacies>.

- die Nutzung von Informationstechnologien
- das selbstgesteuerte und eigenverantwortliche Lernen

Dies sind nach Ansicht der Autoren Nicholas A. Barr und Ian Crawford die Schlüsselqualifikationen:

We believe that these key skills are relevant throughout life, not simply in employment. We include 'learning how to learn' as a key skill because of the importance we place on creating a learning society at a time when much specific knowledge will quickly become obsolete. Those leaving higher education will need to understand how to learn and how to manage their own learning, and recognise that the process continues throughout life.²²

Der amerikanische Bildungsforscher Tony Wagner beschreibt 2008 in seinem Buch *The Global Achievement Gap* die Dringlichkeit der Förderung von wesentlichen Kompetenzen im Angesicht einer sich rasch verändernden Welt (Wagner, 2008, xii) und ihre Bedeutung für Schulen, denn „schools haven't changed; the world has“ (Wagner, 2008, xxi).

Für ihn sind dies die sieben Kompetenzen des Überlebens (survival skills) in einer veränderten Welt:

- Critical Thinking and Problem Solving (Wagner, 2008, 14)
- Collaboration Across Networks and Leading by Influence (Wagner, 2008, 22)
- Agility and Adaptability (Wagner, 2008, 30)
- Initiative and Entrepreneurialism (Wagner, 2008, 32)
- Effective Oral and Written Communication (Wagner, 2008, 34)
- Accessing and Analyzing Information (Wagner, 2008, 36)
- Curiosity and Imagination (Wagner, 2008, 38)

Cassie Hague & Sarah Payton beschreiben in ihrer Studie *Digital Literacy Across the Curriculum* die zentralen Herausforderungen für Schulen im 21. Jahrhundert:

- Digitale Inklusion (How the design and use of digital technologies can promote educational equality)
- Innovationsorientierung (Innovative practices and resources that enhance learning and teaching)
- Lernräume (Creating transformed physical and virtual environments)
- Mobiles Lernen (Learning on the move, with or without handheld technology)
- Berücksichtigung der Wünsche der Schülerinnen und Schüler (Listening and acting upon the voices of learners)
- Der Einsatz von Spielen zum Lernen (Using games for learning, with or without gaming technology)
- Informelles Lernen (Learning that occurs when, how and where the learner chooses, supported by digital technologies)
- Lernen in Familien (Children, parents and the extended family learning with and from one another) (Hague & Payton, 2010, ii)

²² <http://www.educationengland.org.uk/documents/dearing1997/dearing1997.html>.

Für sie sind die wichtigsten acht Kompetenzen *Digital Literacy*:

- Kreativität (creativity)
- Kritisches Denken und Selbstreflexion (critical thinking and evaluation)
- Verstehen von kulturellen sozialen Zusammenhängen (cultural and social understanding)
- Zusammenarbeit (collaboration)
- Informationskompetenz (the ability to find and select information)
- Kommunikationsfähigkeit (effective communication)
- Sicherheitkompetenz im digitalen Bereich (e-safety)
- Funktionale Kompetenzen (functional skills) (Hague & Payton, 2010, 19)

Lee Crockett, Ian Jules und Andrew Churches (Crockett, Jukes, & Churches, 2011) definieren in ihrem Buch *Literacy is not enough* fünf Bereiche von Kompetenzen:

- Lösungskompetenzen (solution fluency)
- Kreativität (creativity fluency)
- Kompetenzen der Zusammenarbeit (collaboration fluency)
- Medienkompetenzen (media fluency)
- Informationskompetenzen (information fluency)

Die Basis für alle diese Schlüsselkompetenzen stellt für die Autoren die Selbstlernkompetenz dar. (Crockett, Jukes, & Churches, 2011, 17)



Abb. 6: Global Citizenship (<https://globaldigitalcitizen.org/>).

Die *Global Digital Citizen Foundation* fügte später noch eine sechste hinzu: Die »global digital citizenship«, die Fähigkeit, sich als Weltbürgerinnen und Weltbürger zu verstehen, global zu denken und Verantwortung zu übernehmen.²³

²³ <http://globaldigitalcitizen.org/21st-century-fluencies>.

Das *Institute for the Future IFTF*²⁴ (University of Phoenix Research Institute) in Palo Alto, CA visualisiert 2011 seine Forschungsergebnisse zu den *Future Work Skills 2020* auf einer Kompetenzlandkarte (Abbildung 7)²⁵.

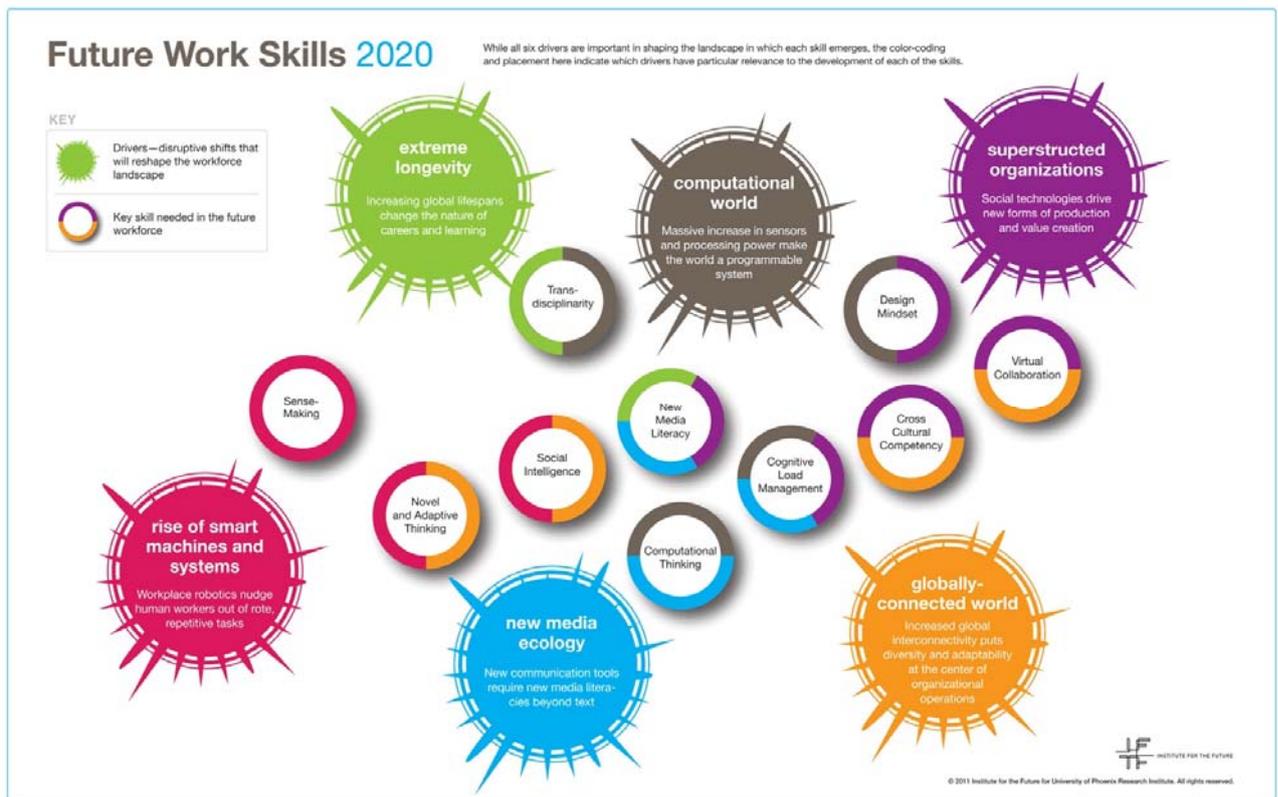


Abb. 7: Future Work Skills 2020 (<https://www.iftf.org/futureworkskills>).

Die großen Flächen markieren in der Abbildung dabei die „six drives of change“ (Davies et al., 2011,3), aus denen sich dann die Zukunftskompetenzen (*key skills*) ergeben (kleine Kreise).

Das IFTF benennt dabei als Hintergrund die sechs treibenden Entwicklungen im 21. Jahrhundert (Davies et al., 2011):

- Erhöhung des Durchschnittsalters der Bevölkerung
- Anwachsen »intelligenter« Maschinen und Systeme
- *Internet of Things*
- neue Medien-Ökonomie
- neue Formen der Produktion und Wertschöpfung durch social technologies
- eine global vernetzte Welt

Basierend darauf werden entsprechende Schlüsselqualifikationen definiert:

- Reflexionskompetenz (sense making)
- soziale Intelligenz (social intelligence)

²⁴ <https://www.iftf.org/home/>.

²⁵ <https://www.iftf.org/futureworkskills/>.

- adaptives, kreatives Denken (novel & adaptive thinking)
- interkulturelle Kompetenzen (cross-cultural competency)
- logisches Denken (Computational thinking)
- Medien- und Informationskompetenz (new-media literacy)
- inter- und transdisziplinäres Arbeiten (transdisciplinary)
- gestalterisches Denken (design mindset)
- Umgang mit Komplexität und Überforderungen (cognitive load management)
- virtuelle Kollaboration (virtual collaboration)

Der kanadische Forscher Michael Fullan führt sechs Elemente (*the 6 Cs*) der Bildung für das 21. Jahrhundert auf (Fullan & Scott, 2014, 6–7):

- Creativity
- Character Education
- Citizenship
- Communication
- Critical Thinking & Problem Solving
- Collaboration

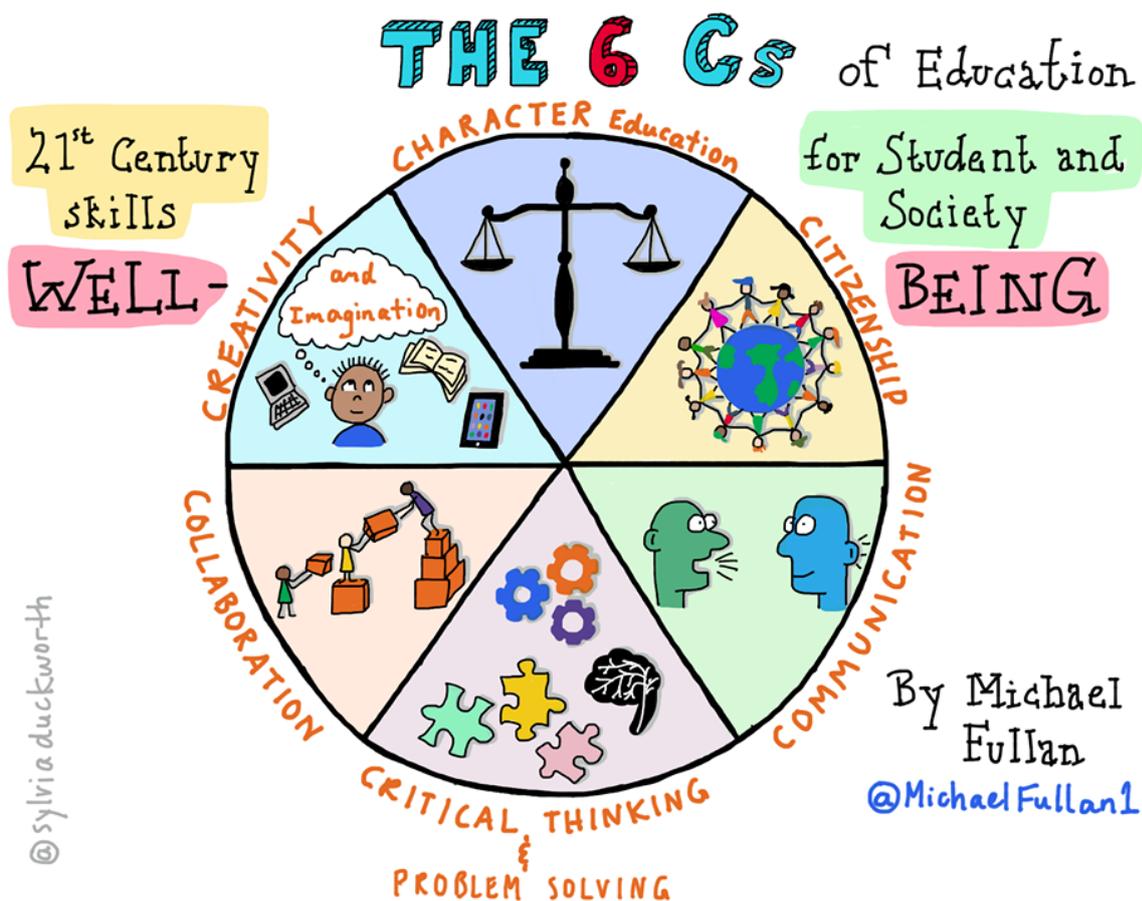


Abb. 8: The 6 C's of Education (<https://bookcreator.com/2017/10/what-are-the-6cs-and-why-are-they-important/>).

Auch das World Economic Forum hat sich mit der Kompetenzfrage ausführlich auseinandergesetzt und in einer Grafik von 2016 eine Übersicht über die 21st-Century-Skills visualisiert. Neben grundlegenden Kenntnissen (1.–6.) sollten in der Schule Kernkompetenzen (7.–10.) und wichtige Charaktereigenschaften (11.–16.) erworben werden.

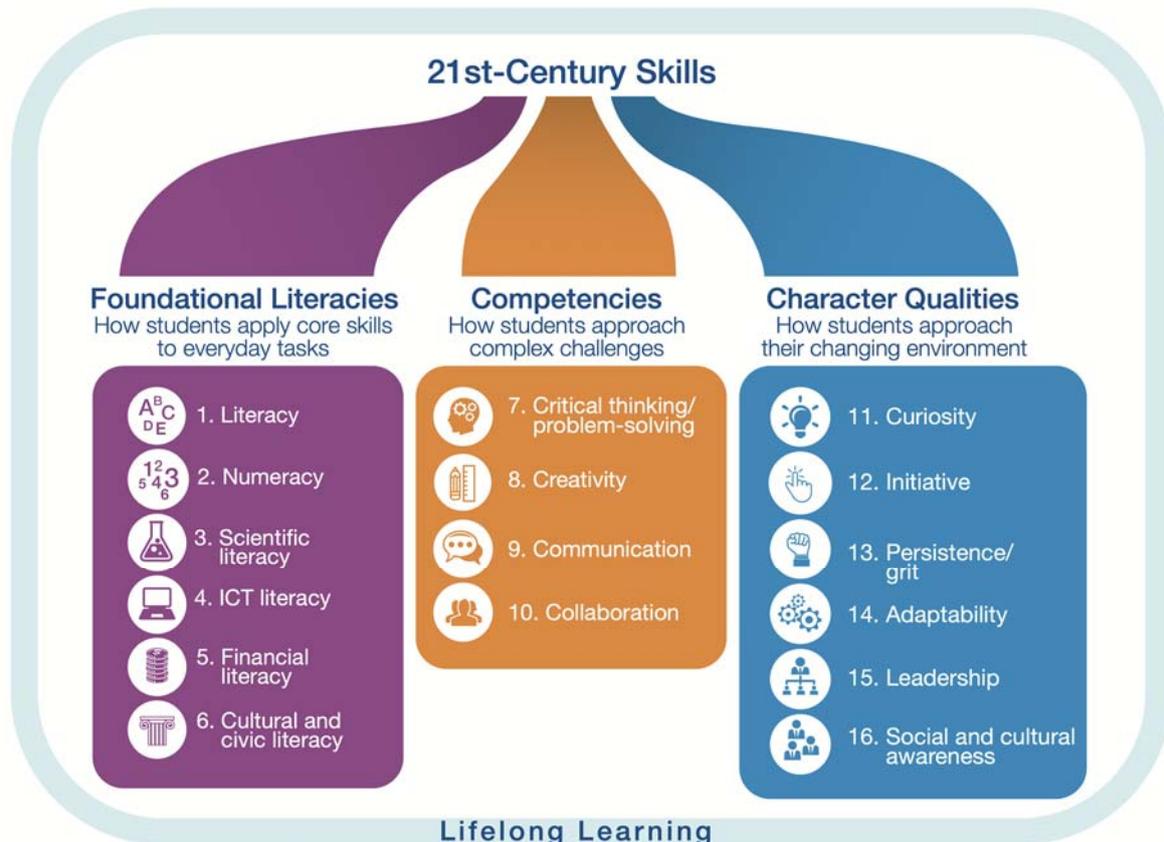


Abb. 9: 21st-Century Skills (<https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students/>).

Denn

students need more than traditional academic learning. They must be adept at collaboration, communication and problem-solving, which are some of the skills developed through social and emotional learning (SEL). Coupled with mastery of traditional skills, social and emotional proficiency will equip students to succeed in the swiftly evolving digital economy (World Economic Forum, 2016, 4).

Im Jahr 2020 wurden diese Ziele vom WEF angepasst zu den „Top 10 skills of 2025“ (Whiting, 2020)²⁶:

- analytical thinking and innovation
- active learning and learning strategies
- complex problem-solving
- critical thinking and analysis
- creativity, originality and initiative
- leadership and social influence

²⁶ <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/>.

- technology use, monitoring and control
- technology design and programming
- resilience, stress tolerance and flexibility
- reasoning, problem-solving and ideation

Bernie Trilling und Charles Fadel benennen die Kompetenzen *21. Century Skills* (Trilling & Fadel, 2009) und teilen sie 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 Literacy 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, Bialik, & Trilling, 2017) werden die Kompetenzen neu strukturiert und als CCR-Framework (Centers for Curriculum Redesign) definiert²⁷. Dabei benennen Fadel et al. die drei Bereiche Charakter, Kompetenzen und Wissen sowie zusätzlich die Metakompetenzen als Bildungsziele für das 21. Jahrhundert.

²⁷ <https://curriculumredesign.org/framework/>.

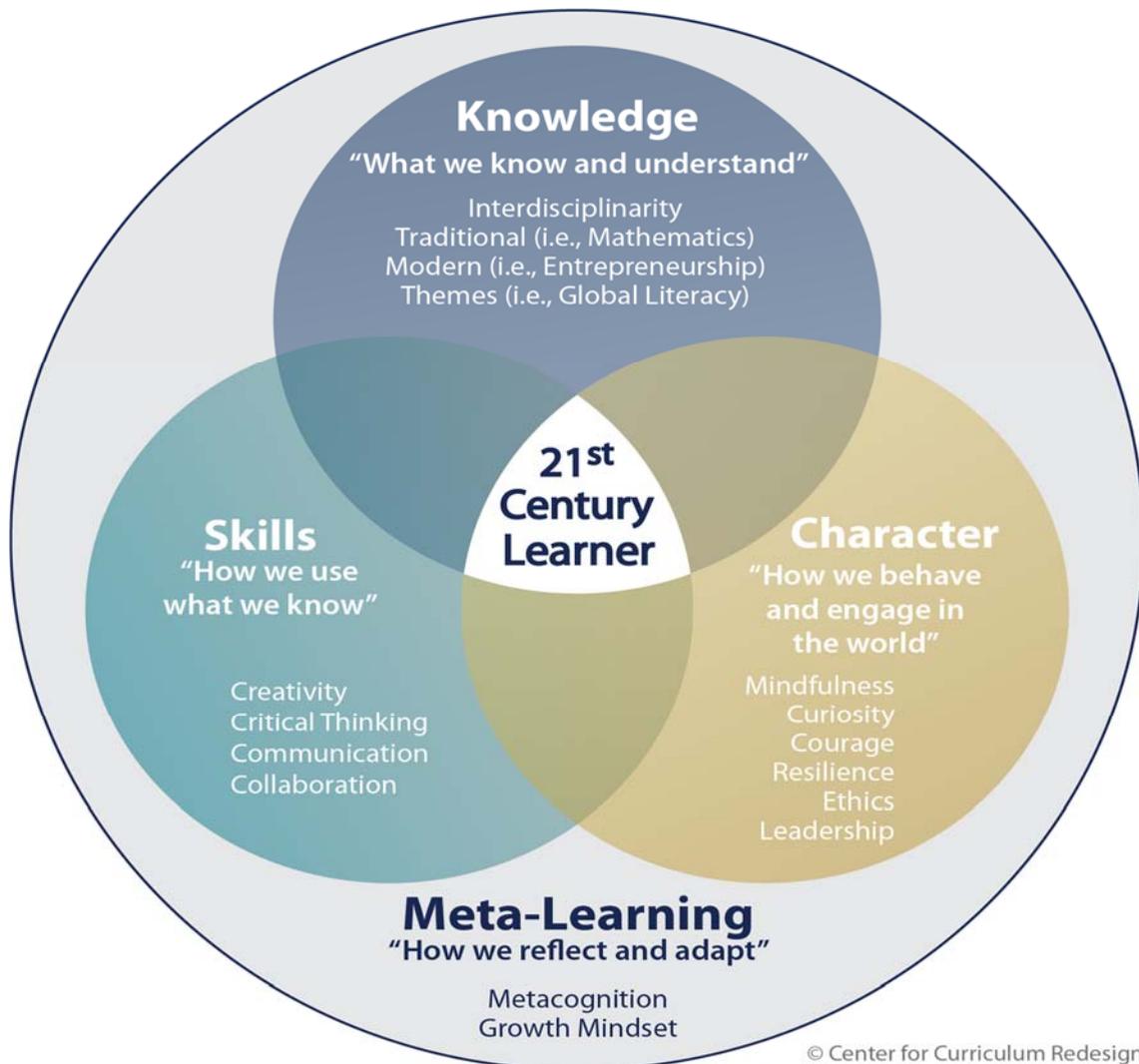


Abb. 10: Vier Dimensionen der Bildung (Fadel, Bialik, & Trilling, 2017, 77)

Die wichtigsten Kompetenzen sind dabei die „4C“ (Fadel, Bialik, & Trilling, 2017, 127):

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

Hinzu kommen noch die weiteren Kompetenzen (Fadel, Bialik, & Trilling, 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, Bialik, & Trilling, 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, Bialik, & Trilling, 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, Bialik, & Trilling, 2017, 2)

Um dies zu ermöglichen sind vier Säulen des Schulsystems notwendig:

- Standards und Bewertungen
- Curricula und Anweisungen
- Eine professionelle Schulentwicklung
- Eine angemessene Lernumgebung (analog und digital)



© 2019, Battelle for Kids. All Rights Reserved.

Abb. 11: Battelle for Kids (<https://www.battelleforkids.org/networks/p21>).

Die US-amerikanische Organisation für Schulentwicklung TeachThought, gegründet von Terry Heck, führt vier Bereiche von Kompetenzen für das 21. Jahrhundert an (Abbildung 12).

4 Knowledge Domains That Change Students & Communities



Abb. 12: 4 Knowledge Domains (<https://www.teachthought.com/the-future-of-learning/paradigm-shift-4-goals-21st-century-learning/>).

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. (Kultusministerkonferenz, 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“ (Kultusministerkonferenz, 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. (Kultusministerkonferenz, 2016, 9)

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

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

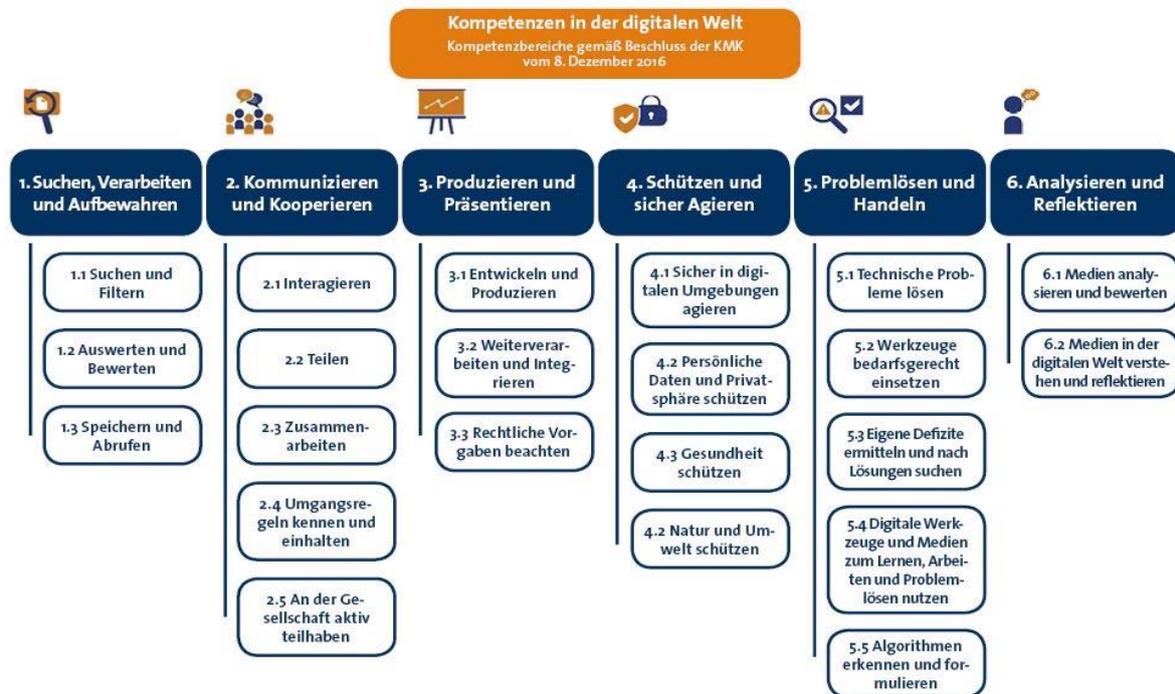


Abb. 13: Kompetenzen in der digitalen Welt (https://www.bildung-lsa.de/digitale_bildung/kmk_strategie_bildung_in_der_digitalen_welt_.html?INH_ID=39086).

Beim Vergleich der hier dargestellten Ansätze zu den 21st Century Skills werden die großen Ähnlichkeiten deutlich und kristallisieren sich folgende Kompetenzen besonders heraus, aufgelistet nach ihrer Häufigkeit

- Kollaboration (8)
- Kreativität (7)
- Kommunikation (mündlich + schriftlich) (7)
- Problemlösen (6)
- Informationskompetenz (6)
- Kritisches Denken (6)
- Interdisziplinäres/Interkulturelles Arbeiten im Team (5)
- Anpassungsfähigkeit (5)
- Führungskompetenz (4)
- Initiative (4)
- Selbstgesteuertes Lernen (4)
- Technische Kompetenzen (4)
- Soziale Kompetenzen (3)
- Flexibilität (3)
- Weltbürgerschaft (3)

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

3.2 Kompetenzerwerb

Der Erwerb von Kompetenzen ist umfangreich erforscht (Sauter et al., 2018; Erpenbeck & Sauter, 2017; Erpenbeck & Sauter, 2015; Radisch et al., 2014; Erpenbeck & Sauter, 2013; 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 immer dabei 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, Anwendungsnachlasslern beim bearbeiten von realen Herausforderungen unterstützen.“ (Erpenbeck & Sauter, 2015, 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., 2021; Hawkins, 2018)
- Förderung von Kreativität: anregende Umgebung, gelebte Fehlerkultur (Csikszentmihalyi, 1985), Offenheit der Lösungen (Burow, 2000a)
- Problemlösungskompetenz: anregende Umgebung, gelebte Fehlerkultur, Offenheit der Lösungen (vgl. 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, z.B. 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, Davidson, Cucinelli, Ouellet, & Arthur, 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, der Lernräume (Mitra, 2020; Bastian, 2017; Dolan et al., 2013b; 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 Lerntandems 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, 2015, 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, 2015, 107–108, H.i.O.)

Das Ministerium für *Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg* verweist bei der Vorstellung der Bildungspläne 2004 – 2015 auf einen grundlegenden Paradigmenwechsel:

Während frühere Bildungsplangenerationen vorrangig auswiesen, was zu unterrichten ist, schreiben die neuen Bildungspläne vor, welche Kompetenzen Kinder und Jugendliche erwerben müssen. Hiermit wird ein Wechsel von einer Input- zu einer Outputsteuerung vollzogen.

Und der Bildungsplan von 2016 greift diese Forderungen auf und zitiert Weinerts Definition des Kompetenzbegriffs:

die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können (Pant, 2016, 10).

Wichtige Aspekte dieses Begriffsverständnisses sind, dass Kompetenzen

- im Verlauf von Bildungs- und Erziehungsprozessen erlernt bzw. erworben werden, was insbesondere die Förderbarkeit von Kompetenzen aller Schülerinnen und Schüler betont;
- die Bewältigung von unterschiedlichen Aufgaben bzw. Lebenssituationen ermöglichen, d. h. einen Bezug zum „wirklichen Leben“ aufweisen, und damit eine flexible Verbindung von Wissen und Können in der Bewältigung von bekannten und neuen Handlungsanforderungen sind;
- die Fähigkeit zur Selbstregulation, d. h. der erfolgreichen Verknüpfung von Denken (Kognition), Wollen (Motivation) und „Anpacken“ (Volition) benötigen;
- die Bereitschaft und Fähigkeit zu sozial-kommunikativem, kooperativem und gleichzeitig zu selbstständigem und selbstverantwortlichem Lernen und Handeln einschließen und
- nicht zuletzt Haltungen umfassen, die sich in kulturbezogenen Tugenden wie kritisch-reflektierendem, aber respektvollem Verhalten gegenüber Mensch, Gemeinschaft und Natur ausdrücken. (Pant, 2016, 10)

4. Schule in der Kultur der Digitalität

4.1 Probleme der Schule des Industriezeitalters

Da die Kompetenzentwicklung 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 verhindern. (Erpenbeck & Sauter, 2015, 106)

Dass der Kompetenzerwerb in Schulen tendenziell eher zweitrangig ist oder gar nicht im Fokus steht, könnte damit zusammenhängen, dass die Schulen ihre Wurzeln im Industriezeitalter haben und deshalb anderen Bedingungen und Gesetzmäßigkeiten folgen. Sie sind grundsätzlich nicht darauf angelegt ist, diese 21st Century Skills zu fördern, Individualität zu ermöglichen und sich mit einer großen Komplexität auseinanderzusetzen.

Im Industriezeitalter galten andere Regeln und Anforderungen, wie Ken Robinson in seinem TED-Vortrag von 2010 darstellt (Robinson, 2010). Die Merkmale des Industriezeitalters waren primär

- Effizienz (Quantität vor Qualität)
- Berechenbarkeit (Herstellung von Vergleichbarkeit)
- Vorhersagbarkeit (Standardisierung)
- Kontrolle (Einteilung, Strukturierung und Hierarchisierung, Fokus auf Wachstum) (Ritzer & Vogel, 2006)

Der Soziologe George Ritzer hat auf diese Strukturen hingewiesen, die sich in der Ökonomie des 20. Jahrhunderts durchgesetzt und auf alle Lebensbereiche ausgestrahlt haben. Er beschreibt sie als eine *McDonaldisierung der Gesellschaft*, die so die Tendenz zur Standardisierung aufwies, wie sie beim Hamburger Big Mac von McDonald's der Fall war. Der Big Mac ist wie alle Produkte des Konzerns und auch seiner Filialen weltweit in Zutaten, Gewicht, Größe und Zubereitung standardisiert und damit ist „McDonald's [...] tatsächlich eine der einflussreichsten Entwicklungen der Gesellschaft unserer Zeit“ (Ritzer & Vogel, 2006, 15).

Die hier beschriebenen Elemente des Industriezeitalters wurden – bewusst oder unbewusst – auch auf das Bildungssystem übertragen, denn

der Frage, ob man ein Thema in einer bestimmten Zahl von Wochen und mit einer bestimmten Wochenstundenzahl angemessen abhandeln kann, wird im allgemeinen wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Stattdessen konzentriert man sich darauf, wie viele [Schüler oder] Studenten (die „Produkte“) man durch das System schleusen kann und welche Noten sie bekommen; die Qualität des Erlernten und das Bildungserlebnis treten dabei in den Hintergrund (Ritzer, 2006, 111).

Auch Trilling et al. verweisen auf diese Problematik:

Das traditionelle System begünstigt Quantität vor Qualität, bevorzugt (abfragbares) Wissen vor echtem Verstehen und der Fähigkeit, Wissen mit Kompetenzen (Fähigkeiten / Skills, Persönlichkeit, Meta-Lernen) zu verbinden. (Fadel et al., 2017, 89)

In diesem System war und ist bis heute Schule sehr stark standardisierend, messend und vergleichend aufgestellt. Es geht oft um den sogenannten „Stoff“ der gelernt werden und in Klassenarbeiten reproduziert werden muss. Lehrbücher werden durchgearbeitet, Arbeitsblätter ausgefüllt und dies alles im Zeittakt von 45 oder 90 Minuten. Das Fach Biologie löst den Deutschunterricht ab, um vom Englischunterricht abgelöst zu werden, worauf Musik und dann Mathematik folgen. Und all dies hat wenig miteinander zu tun. Für Projekte, Exkursionen oder Aktivitäten, die nicht direkt etwas mit dem Lernstoff zu tun haben, ist in der Regel wenig Zeit, denn die Stofffülle ist groß und die Ferien sind nah, so entstehen Druck und Stress für alle Beteiligten.

Der Hirnforscher Gerhard Roth hat darauf hingewiesen,

dass Wissen nicht übertragen werden kann, sondern im Gehirn eines jeden Lernenden neu geschaffen werden muss. Lernen ist also ein aktiver Prozess der Bedeutungserzeugung. Dieser Prozess wird durch Faktoren gesteuert, die überwiegend unbewusst wirken und deshalb nur schwer beeinflussbar sind (Roth, 2004, 496).

Für ihn ist daher das instruktionalistische Modell der menschlichen Informationsverarbeitung (Anderson, 1996), grundlegend falsch und es hilft auch nichts, „die hierbei beteiligten Mechanismen zu optimieren“ (Roth, 2004, 496).

Neben vielen anderen haben auch Mandl et al. auf diese Problematik hingewiesen:

In der Schule lernen wir in erster Linie abstrakte, anwendungsunspezifische Inhalte. Das heißt, daß der Stoff in systematisch geordneter Weise dargestellt, das im Stoff enthaltene Wissen jedoch nicht für die Lösung alltags- oder berufsrelevanter Probleme angewandt wird. Dies erscheint auf den ersten Blick auch als sinnvoll. Man weiß ja nicht, welche Berufe die einzelnen Schüler ergreifen werden, also weiß man z.B. auch nicht, ob sie die im Schulfach Mathematik zu vermittelnden Kenntnisse dazu brauchen werden, um ihr späteres Studienfach zu studieren, um Bilanzen zu erstellen, um baustatische Berechnungen durchzuführen, oder ob sie Mathematik später in erster Linie dazu benötigen, um das Haushaltsgeld zu verwalten und die Raten für das neue Auto auszurechnen. Angesichts dessen erscheint es als konsequent, Mathematik nicht im Kontext spezifischer Anwendungen, sondern eher abstrakt zu lehren und zu lernen. Das Problem, das dabei entsteht, ist jedoch, daß es dann oft überhaupt nicht gelingt, das in der Schule erworbene Wissen zu nutzen. Man hat ja nie gelernt, das erworbene theoretische Buchwissen bei komplexen, alltags- oder berufsrelevanten Problemen einzusetzen. (Mandl et al., 1993, 64)

Das Problem besteht für Mandl et al. darin, dass die Aufgabenstellungen in der Schule häufig so weit vereinfacht und aus ihrem Kontext gerissen sind, dass sie mit der Alltagswirklichkeit wenig zu tun haben, es fehlt ihnen die Komplexität. Auf diese Art entsteht ein „träges Wissen“. Dieser Begriff beschreibt die untersuchte Tatsache, dass das erworbene Wissen nicht zur Anwendung kommt, sich nicht in das Vorwissen der Lernenden integrieren und sich nicht auf andere Situationen und Kontexte anwenden lässt und damit wenig nutzbar ist (Mandl et al., 1993; Renkl, 1996; Brandl, 1997; Bransford et al., 1989; Berliner, 1992; Collins et al., 1989).

Auch die *Einführung in den Bildungsplan 2016* des Landes Baden-Württemberg verweist auf die Problematik des „trägen Wissens“, der durch die Kombination von Inhalten und Prozessen begegnet werden soll:

Inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen sind untrennbar miteinander verbunden, damit spezifische Inhalte nicht im Sinne „trägen Wissens“ isoliert bleiben, sondern vernetzt und über die Schulzeit hinweg kumulativ entwickelt werden können. (Pant, 2016, 10)

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)

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 individuell 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. (Kultusministerkonferenz, 2016, 8).

Diese radikalen Veränderungen sind allerdings verunsichernd, weil es in vielen Schulen wenig Erfahrungen diesbezüglich gibt. Zudem befinden wir uns in einer „kritischen Entscheidungszone“ voller Turbulenzen, wie sie Malik anschaulich dargestellt hat (Abbildung 14).

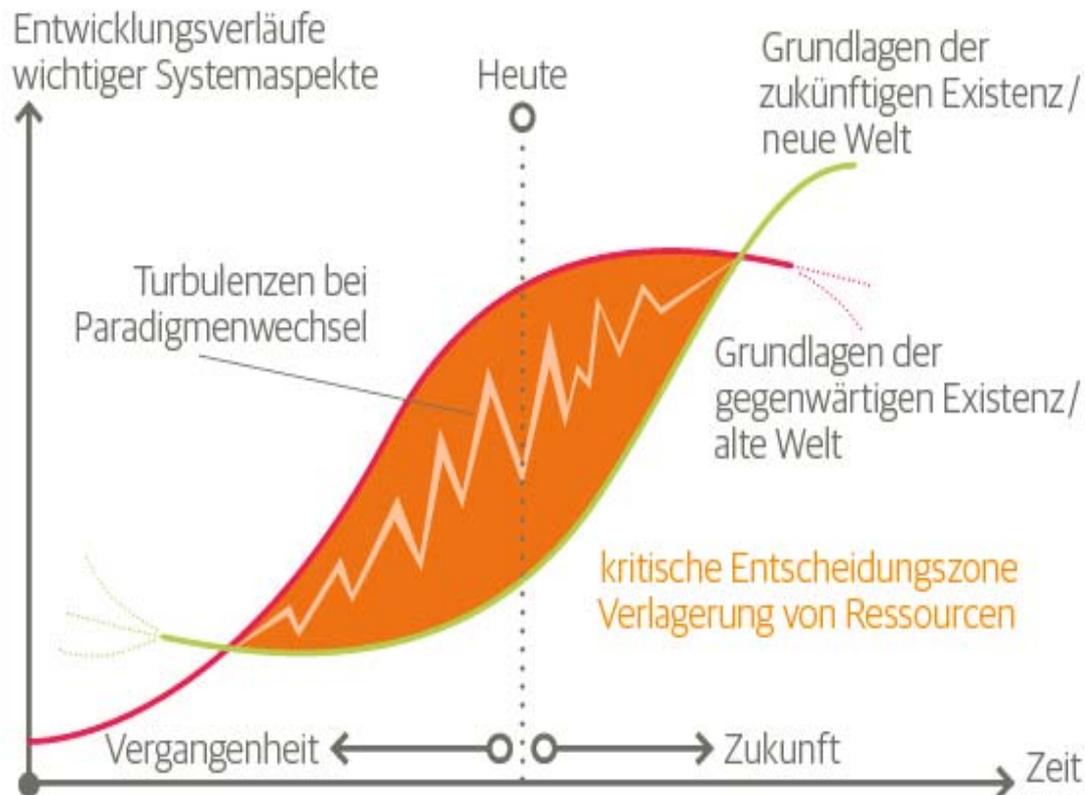


Abb. 14: Das Paradigma der Großen Transformation²¹ (Malik, 2015, 40)²⁸

Die Anforderung an Schulen sind groß und lassen sich mit dem Zitat von Andreas Ludwig, dem CEO der mittelständischen Umdasch Group auf den Punkt bringen: „Wir wissen nicht was kommt, also brauchen wir eine Bildung, die darauf vorbereitet.“ (Twitter)

Und so muss Schulentwicklung den mutigen Schritt wagen, „auf Sicht“ zu fahren (Kaduk et al., 2017), da die Zukunft ungewiss ist, die Geschwindigkeit in allen Bereichen zunimmt und die Komplexität wächst.

Dass dies auch ein *schmerzhafter Veränderungsprozess* ist, hat die Studie *The race between machine and man: Implications of technology for growth, factor shares and employment* von Acemoglu und Restrepo (2016) in einer Grafik veranschaulicht.

²⁸ <https://www.campus.de/news/die-grosse-transformation21-834.html> (mit freundlicher Genehmigung des Campus-Verlages); Vgl. auch: <https://www.malik-management.com/de/die-grosse-transformation21/>.

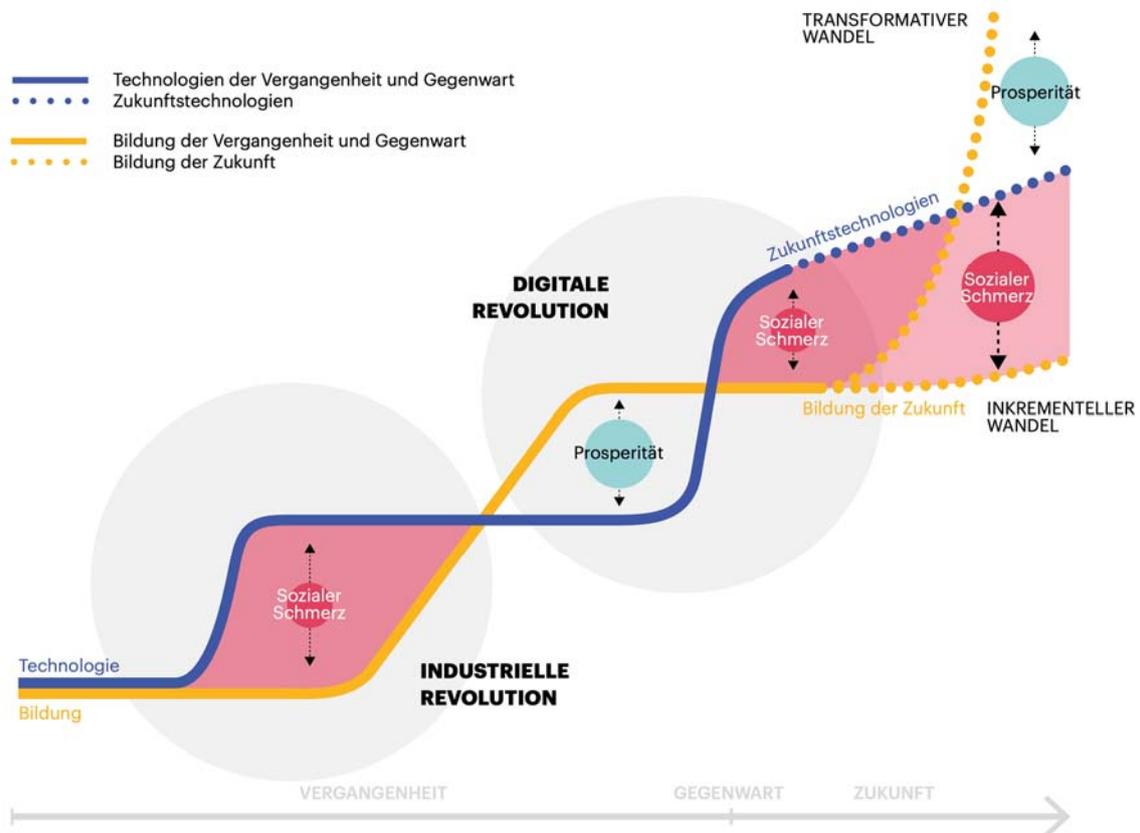


Abb. 15: The race between machine and man (Acemoglu & Restrepo, 2016)

Die Anpassung der Bildung an die Veränderungen durch Zukunftstechnologien erzeugt einen „sozialen Schmerz“. Dieser Schmerz kann nur dadurch gemildert werden, dass Schulentwicklung die Potenziale dieser Zukunftstechnologien in den Fokus rückt und experimentierfreudig im Sinne des *Design Thinkings* die Herausforderung annimmt, wobei dies nicht allein eine Aufgabe von Schulleitungen und Lehrenden ist, sondern von allen Beteiligten, die zum System Schule gehören, den Schülerinnen und Schülern, Eltern, Partnerinnen und Partnern und anderen.

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.

4.2 Pädagogik für das 21. Jahrhundert

Anlässlich der oben beschriebenen Anforderungen stellt sich nicht nur die Frage nach grundlegenden Veränderung 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 Lernerarbeit 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 Lernerarbeits-Anreiz muss eine echte Aufgabe, eine Interesse weckende Herausforderung bestehen, die – und das ist wichtig! – bewältigbar ist und subjektiv Sinn macht.
 - o Anforderungen müssen individuell zugemessen werden: Unterforderung bewirkt Lernverdruss durch Langeweile, Überforderung mindert Lernfähigkeit durch Stress oder bewirkt durch fortgesetzte Misserfolge Lernunwilligkeit.
 - o 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 (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>)

4.3 Konzepte der Pädagogik für das 21. Jahrhundert

Zudem gibt es in der Forschung und Diskussion verschiedene Konzepte, die eine Pädagogik für das 21. Jahrhundert konzipieren. 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 Lerner ihre intrinsische 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 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.
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.

Traditionelles Modell von Bildung	Digital Learning Farm
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 ist²⁹, 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 können³⁰. Mitras Projekt *School in the Cloud* startete 2013 mit der ersten Schule im United Kingdom (UK)³¹, der bald weltweit weitere Schulen folgten.

Auch wenn das Projekt nicht unumstritten ist, sind Beteiligte immer wieder fasziniert von den Ergebnissen.³² Michał Paradowski, Assistant Professor an der Universität Warschau, fasst seine Eindrücke des Konzepts, das er nicht unkritisch sieht, zusammen:

1. Give children credit, they are often smarter than we think.
2. Instead of spoon-feeding children ready solutions, pose engaging, provocative questions and let them try to work out the answers by themselves, not passively consume.
3. Allow them to develop knowledge and competence (including linguistic competence) in areas of their interest.
4. Children will read and often comprehend much of the material normally intended for more serious audiences. Doing so can boost their reading comprehension (indeed, many teaching materials overly simplify content and language).
5. Reward effort. A little encouragement can go a long way, it empowers learners, builds confidence and leads to sustained engagement.
6. School is a place not only for competition, but also collaborative learning. Children like to share their discoveries and newly learnt knowledge. Teamwork can be enforced by giving one desktop to 4-5 children, assigning them a task, and asking them to report the findings in front of the class.
7. Make space for the internet in the syllabus and pedagogy.
8. Consider overhauling some exams to allow access to resources such as the internet or dictionaries, if the aim of the assessment is to replicate everyday tasks. Given the washback effect that

²⁹ <https://novakdjokovicfoundation.org/child-driven-education/>.

³⁰ <https://startssole.org/about/>.

³¹ <https://blog.ted.com/the-first-school-in-the-cloud-opens/>.

³² <http://www.steve-wheeler.co.uk/2013/06/sugata-mitra-charlatan-or-genius.html>.

exams exert, this also means the focus of education should shift from test-taking (TT) towards solving more real-life problems.

9. A pretty neat alternative to the language lab or software in self-assessment of pronunciation skills is using speech-to-text software (if the goal is EFL rather than ELF). (Paradowski, 2014, 8)

Zudem gibt es inzwischen einige Forschungen zu Mitras Konzept.³³

Weisblat et al. vom SOLE Center an der Cleveland State University veranschaulichen das Konzept in einer Grafik (Abbildung 16) und fassen es zusammen mit den Worten:

SOLE is an innovative and critical pedagogical technique that disrupts the traditional didactic, teacher-centered classroom and provides a framework for a student-centered approach to learning. With this approach, teachers and students become co-navigators in classroom practice. We are continuing to study numerous questions about the potential impact of SOLE on student outcomes. For example, by providing more opportunities for group work, does it increase social and emotional learning? By increasing critical thinking skills, does it help students perform better on standardized tests? Does it better prepare them for college? Can researchers develop better learning analytics to measure the short- and long-term effects of intermediaries such as the SOLE pedagogy? (Weisblat et al., 2019, 67)³⁴

³³ <https://startsole.org/research>.

³⁴ Weitere Informationen: <https://www.ted.com/participate/ted-prize/prize-winning-wishes/school-in-the-cloud>; <https://startsole.org/>; <https://unric.org/en/the-school-in-the-cloud/>.

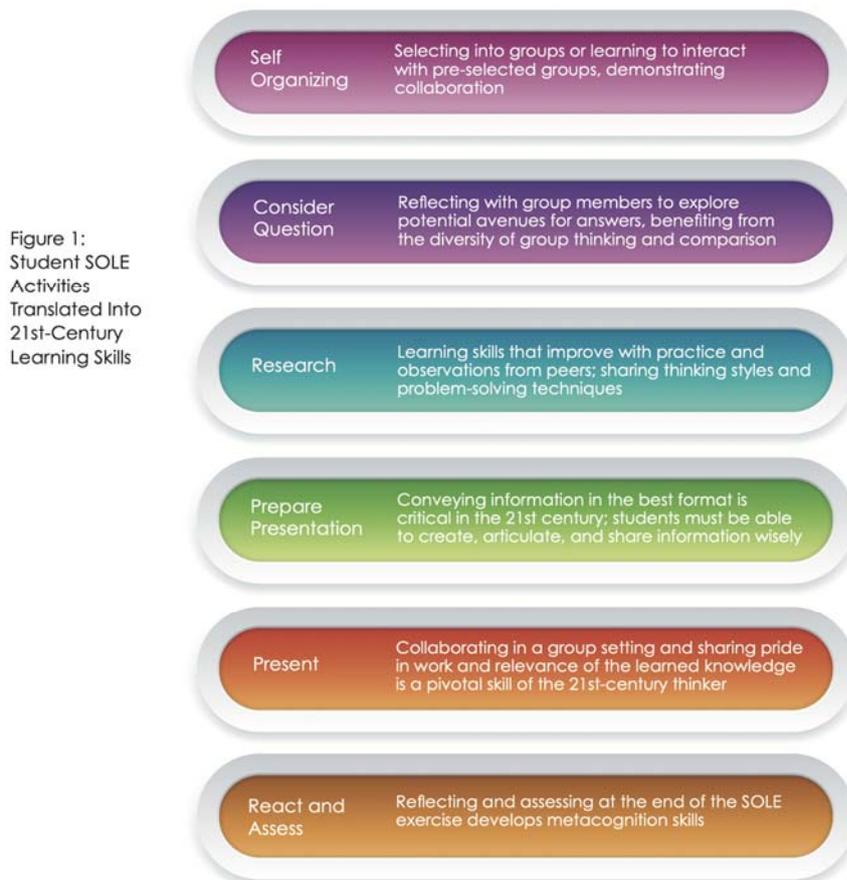


Abb. 16: Selbstorganisierte Lernaktivitäten von Schülerinnen und Schülern bezogen auf die 21st-Century Skills (Weisblat et al., 61)

Das *Book of Trends in Education 2.0* des Institute for the Future beschreibt die „modern education“, die für die Forscherinnen und Forscher folgende Hauptmerkmale des zeitgemäßen Lernens besitzt (Young Digital Planet, 2015):

- *Personalisierung und Individualisierung* (personalisation, learning to learn, process-oriented learning, individual learning style, student-centered learning, personal learning environment, analytics and big data, adaptive learning, mobile learning, virtual tutor)
- *Spielerische Elemente* (game based learning, gamification, edutainment, storytelling with technology, serious games, edu-LARP and drama, outdoor education)
- *Kollaboration* (peer learning, social media learning, problem-based learning, edutainer, flipped classroom, open source learning, interdisciplinary education)
- *Relevante Inhalte* (science, technology, engineering and maths, vocational education and training, lifelong learning, informal learning, relevance-oriented learning, learning to code, competence-based learning, scenario-based learning (SBL), real-life skills, 21st century skills)

- *Multimodalität* (visual literacy, augmented reality, gesture-based learning, snack learning)
- *Einsatz von Technologien* (building blocks, robotic, new generation TV sets, wearable technology, holography, 3D printing, maker culture, internet of things, industrial revolution 4.0, semantic web)
- *Offenheit* (neurodidactics, alternative approaches to education, Finnish education system, Montessori education, Waldorf education, Reggio Emilia, democratic education, schools for talented and gifted students, homeschooling and unschooling, HighScope)

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, 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 sowieden 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, 2015).

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 Development³⁵ 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.

³⁵ <http://agilemanifesto.org> (Zugriff: 20.10.2021)

- 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, Kastl, & Romeike, 2019, 28)

Und Dirk 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 ³⁶

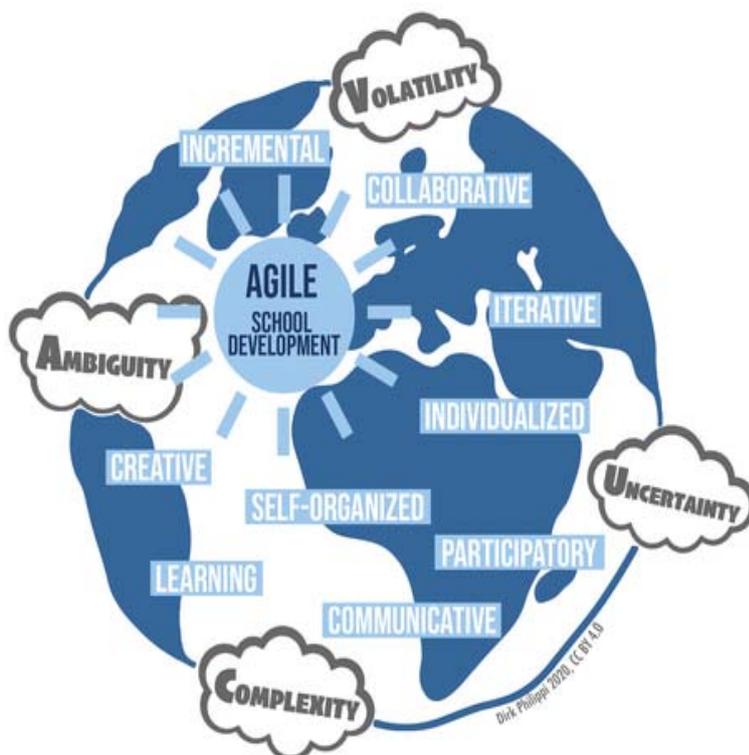


Abb. 17: Agile Schulentwicklung (Philippi, 2020, CC BY 4.0)

Die New Learning Initiative der FU Hagen fordert 2021 „ein grundlegend neues Verständnis vom Lernen“ (Hagen, 2021, 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)³⁷

³⁶ <https://www.eduagile.de/>.

³⁷ <https://www.fernuni-hagen.de/universitaet/hagener-manifest/index.shtml>.

Terry Heck, der Gründer von *TeachThought* fordert in einem Blog-Beitrag in *Education Survey*³⁸ eine Schule, die moderne Lernstrategien fördert und 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 besteht.

MODERN LEARNING STRATEGIES



A Terry Heck model



Abb. 18: Modern Learning Strategies (<https://www.teachthought.com/the-future-of-learning/6-channels-of-21st-century-learning/>).

Die hier beschriebenen Merkmale der Wissenskonstruktion sind nicht neu, sie wurden bereits in der Reformpädagogik des frühen 20. Jahrhunderts propagiert und intensiv erforscht und diskutiert. Auch ihre Konzepte hinsichtlich des Unterrichts klingen vertraut und erhalten im digitalen Zeitalter eine neue Aktualität und Relevanz, wie Herrmann schreibt:

Die Reformpädagogik hat damals auf einige der heute aktuellen Herausforderungen erprobte Lösungsangebote gemacht, insbesondere hinsichtlich Heterogenität und „passgenauer“ individualisierender und personalisierter Lernangebote, hinsichtlich „moderner“ Arbeitsformen wie Projekt-

³⁸ <https://education-survey.org/>.

oder fächerverbindenden und -übergreifenden Unterricht, für erweiterte Bildungsangebote im beruflichen Lernen, für die Rhythmisierung des Ganztagsbetriebs u. a. m. (Herrmann, 2021, 79, H.i.O.)

Auch die Hauptanliegen der Reformpädagogik finden sich nach Laner (2014, 94) in den meisten aktuellen Konzepten wieder:

- Individualisierung,
- Humanisierung,
- Liberalisierung,
- Pazifizierung und
- Demokratisierung

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, basis-demokratisch
	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
	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

	Schule im Industriezeitalter	Schule im digitalen Zeitalter
	Erzählen und Fragen stellen	Erarbeiten von Inhalte 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, Sitzecken, Flipcharts, Chillecken, Kreativlabore, Maker Space
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

4.4 Elemente der Pädagogik für das 21. Jahrhundert

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

4.4.1 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 war³⁹, 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, 1999; Arnold, 2003; Schüßler, 2003), einem Ort, an dem vielfältige Erfahrungen gemacht werden können,

³⁹ https://www.ted.com/talks/sugata_mitra_build_a_school_in_the_cloud.

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, Richter, Schön, & Ebner, 2011).⁴⁰

Der Hirnforscher Gerald Hüther beschreibt fasst das Konzept von Schule folgendermaßen zusammen:

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.⁴¹

Und für Alan November sind die wesentlichen Elemente der Schule als *Digital Learning Farm Projects – Peers – Play – Passion* (November, 2012).

4.4.2 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 Antonio Damasio (Damasio, 1999; Damasio, 2003), Luc Ciompi (Ciompi, 1997; Ciompi, 1988) und Joseph LeDoux (LeDoux & Griesse, 2004) hat sich in den letzten Jahrzehnten das Verständnis der Bedeutung der menschlichen Emotionen stark gewandelt. Während lange Zeit die Vorstellung 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 gewonnene 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.

⁴⁰ Vgl. auch das Konzept von Bill Rankin: <https://www.youtube.com/watch?v=sSPA641oc5Q>.

⁴¹ <https://www.zeit.de/2008/23/Film-Kinder>.

Luc Ciompi weist auf diese Zusammenhänge hin und konstatiert in seinem *Entwurf einer fraktale Affektlogik*: „Affekte wirken wie Schleusen oder Pforten, die den Zugang zu unterschiedlichen Gedächtnisspeichern öffnen und schließen.“ (Ciompi, 1997)

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.

Tab. 4: Klassifikation lern- und leistungsrelevanter Emotionen (Pekrun & Jerusalem, 1996, 7)

		positiv	negativ
aufgabenbezogen	prozeßbezogen	Lernfreude	Langeweile
	prospektiv	Hoffnung, Vorfreude	Angst, Hoffnungslosigkeit
	retrospektiv	Ergebnisfreude, Erleichterung, Stolz	Traurigkeit, Enttäuschung, Scham/Schuld
sozial		Dankbarkeit, Empathie, Bewunderung, Sympathie/Liebe	Ärger, Neid, Verachtung, Antipathie/Haß

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 klar machen 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.

Auch Hermann Astleitner hat intensiv zur Bedeutung von Emotionen auf Lernprozesse geforscht (Astleitner & Leutner, 2000; Astleitner, 1999; Astleitner, 2001; Astleitner, 2002) und die Ergebnisse in seinem FEASP-Ansatz kondensiert.

In diesem präskriptiven Ansatz wird davon ausgegangen, dass 20 unterschiedliche Lehrstrategien bestimmte negative Emotionen (d.s., Fear (Angst), Envy (Neid), Anger (Ärger)) verringern und bestimmte positive Emotionen (d.s., Sympathy (Sympathie), Pleasure (Vergnügen)) fördern können. (Astleitner, 2001, 65)

Er schlägt deshalb folgende Prinzipien für das Lernen vor (Astleitner, 2002, 3–6):

- Unterricht als systematisch gestaltete Gelegenheit für reflexives Lernen
- Mehrfache Förderung von kognitiven, motivationalen und emotionalen Schülereigenschaften
- Berücksichtigung von Stärken der Schüler
- Wissenserwerb und Wissensanwendung in variierenden Kontexten
- Fakten- und Regelwissen, aber auch höhere Denkprozesse fördern und überprüfen
- Kritikfähigkeit anregen
- Selbst-reguliertes Lernen gewährleisten und anleiten
- Dosierte Neuheit und Automatisierung [sic!] für effizientes Lernen
- Interesse wecken und aufrechterhalten
- Positive Gefühle fördern
- Negative Gefühle verringern
- Respekt und Verantwortung
- Selbst-instruktive Lernmaterialien für Unterrichtsmedien (vgl. auch Schüßler, 2008; Baines et al., 2021; Roth, 2004; Roth & Lück, 2010; Roth, 2011)

Huber verweist darauf, dass Emotionen zudem auch

Ergebnisse von Lernprozessen [sind], indem Lernen die Entwicklung, Modulation und Regulation von Emotionen mitbestimmt. Und schließlich können Emotionen selbst als Lernprozesse verstanden werden, indem sie das Verstehen eigenen und fremden Verhaltens und den Erwerb diesbezüglichen Kompetenzen erst ermöglichen. (Huber, 2017, 455)

So kann das Lernen auch Beiträge zur Emotionsregulierung von Lernenden leisten und ihnen helfen, mit den eigenen Gefühlen umgehen zu können. (Egloff et al., 2004; Kullik & Petermann, 2012)

Jones und Kahn haben nachgewiesen, dass Schülerinnen und Schüler besser und intensiver lernen, wenn sie ihre Emotionen steuern, mit Frustrationen umgehen und sich selbst reflektieren können.

There is a substantial and rigorous body of evidence showing that students learn more and classrooms are more effective when children and adolescents have the skills and competencies to manage emotions, focus their attention, successfully navigate relationships with peers and adults, persist in the face of difficulty, learn from and apply academic content, and problem solve. (Jones & Kahn, 2017, 7)

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., 2021; 2020; Stark et al., 2018; Jones & Kahn, 2017; Götz, 2017; Hüther, 2016).

Und Gallin und Ruf verweisen auf die Bedeutung des emotionalen Lernens in der Schule:

Alle Schüler, denen es gelungen ist, negative Erlebnisse aus ihrer Schulzeit zu verarbeiten und Vertrauen in ihr eigenes Denken und Handeln zu gewinnen, zeigten eine deutliche Leistungssteigerung. Wir konnten beobachten, wie mit dem Selbstvertrauen immer auch die Selbstständigkeit wuchs (Gallin & Ruf, 1990, 9).

4.4.3 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 fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts 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).

Tab. 5: Vergleich der Motivationsformen (eigene Darstellung)

intrinsische Motivation	extrinsische Motivation
hohe Kreativität hohe Leistungsbereitschaft	geringe Kreativität geringe Leistungsbereitschaft
Engagement Ausdauer Lösen komplexer Probleme	Desinteresse geringes Durchhaltevermögen Vermeidung
Interesse Freude Erfolgserlebnisse	Ablenkung Frustration wenig Nachhaltigkeit
Wohlbefinden (psychische) Gesundheit	Unwohlsein Erkrankung

Auf der Basis ihrer Forschungen zur Motivation entwickelten Deci und Ryan ihre Selbstbestimmungstheorie (*self determination theory*) (Ryan and Deci, 2000b), 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, 2000b; Deci & Ryan, 1993; 2002)

In neueren Forschungen verweisen auch Stephens & 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, S. 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 Edward 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!“⁴²

Diese Bedingungen fördern jedoch nicht nur die intrinsische Motivation, sondern auch die Erfahrung von Selbstwirksamkeit (*self efficacy*). Das Konzept der Selbstwirksamkeit wurde von Bandura (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 & 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)

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

Für Nagaoka et al. (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)

⁴² Promoting Motivation, Health, and Excellence: Ed Deci at TEDxFlourCity.YouTube
<http://www.youtube.com/watch?v=VGrcets0E6I>.

- *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>)



Abb. 19: Foundations for Young Adult Success. A Developmental Framework (Nagaoka et al., 2015, Titelblatt)

Zur Förderung der Lerner sind soziale Beziehungen ebenso notwendig wie *Lernumgebungen*, die vielfältige Optionen und Interaktionen anbieten, wie die folgende Abbildung zeigt.



Abb. 20: Building Foundations for Young Adult Success Through Developmental Experiences (Nagaoka et al., 2015, 39)

Um den Nutzen und die Relevanz des eigenen Lernens wahrnehmen zu können, ist es für Alan November bedeutsam, die Schülerinnen und Schüler in den Prozess der Schulentwicklung, der Unterrichtsgestaltung und der Auseinandersetzung mit Lernthemen intensiv einzu beziehen, um ihnen dadurch Verantwortung zu übertragen und zugleich Gestaltungsmöglichkeiten zu 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).

4.4.4 Ownership

Zur Förderung der intrinsischen Motivation beziehungsweise der Selbstwirksamkeitserwartung 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 Sugata Mitra verweist in seinen Konzepten auf die Bedeutung, die Verantwortung für das Lernen den Lernern 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, 2020; Mitra & Quiroga, 2000; Mitra et al., 2008; Mitra, 2010b).

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)

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. 6: 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?
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.

4.4.5 soziale Lernformen

Neben den Möglichkeiten des individuellen Lernens ist gleichzeitig aber auch 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:

Soziales Lernen als Gegenstand des Unterrichts und als erzieherischer Schwerpunkt stellt dabei die konsequente Realisierung von *Erfahrungsbezug*, *Nachhaltigkeit* und Möglichkeiten für die *Ko-Konstruktion des Wissens* in Mittelpunkt seiner Bemühungen:

Die Gruppe der Gleichaltrigen ist gleichzeitig alltäglicher sozialer Erfahrungsraum mit hoher Eigen- dynamik, Lernort und Ausgangspunkt für erfahrungshaltige unterrichtliche Prozesse. Daraus resultierendes erfahrungsoffenes verantwortliches Handeln, das aus der Logik des sozialen Geschehens unmittelbar erwächst sowie erfahrungsorientiertes Evaluieren von eigenen Gestaltungsversuchen verweisen auf ein breites Spektrum an Lernmöglichkeiten: Interessen aufeinander abstimmen, Argumente entwickeln, Beziehungen „lesen“, Einfühlungsvermögen entfalten u. a. Bei der Bearbeitung dieses Themenbereichs wird der metakommunikative Austausch in besonderer Weise gefördert. In der Gruppe erarbeitete „theoretische Konzepte“ müssen sich dabei einer praktischen, kommunikativen Bewährung und entsprechenden Verifizierungsprozessen stellen.

Das Prinzip der Nachhaltigkeit, als Hinweis auf die langfristige Speicherung und Abrufbarkeit des Wissens, Identifikation mit dem Gelernten und hohe Alltagsrelevanz, nimmt im Bereich des Sozialen Lernens eine Schlüsselfunktion ein. Auseinandersetzungen mit Widersprüchen und Bemühungen andere zu überzeugen, tragen wesentlich dazu bei, in ein Thema tiefer einzudringen und vermitteln auf nachhaltige Weise Einsichten in Sachverhalte, Denkmuster und Gesetzmäßigkeiten (vgl. Krappmann, 2000).

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).

Aus der Sicht des „sozialen Konstruktivismus“ (vgl. Gerstenmaier & Mandl, 1995) können sich Kinder auf der Ebene prinzipiell gleichberechtigter Partner in Prozessen der Ko-Konstruktion (vgl. Youniss, 1980) mit unterschiedlichen Perspektiven auseinandersetzen. Sie können individuelle Konstruktionen in Beziehung setzen, Lösungswege aushandeln, im Prozess der gemeinsamen Vergewisserung „angereicherte“ Zugänge zu Sachverhalten gewinnen, gemeinsam Vorhaben entwerfen, zu einem „kritischen Bewusstwerden von Denkmöglichkeiten“ (Köhnlein, 2000, 139) gelangen. Viele „fruchtbare Momente“ für die kognitive Entwicklung entstehen aus Widersprüchen zwischen der eigenen und einer fremden Perspektive, wobei im Sinne einer „Dezentrierung“ aus dem Bewusstsein der Nichtübereinstimmung und der Suche nach Gemeinsamkeit interne Prozesse der Umstrukturierung in Gang gesetzt werden können. Es wird angenommen, dass Konflikte eher die kognitive Problemlösung fördern, während Prozesse des sozialen Ausgleichs die Entwicklung sozialer Kompetenz unterstützen (Damon, 1982). Die unerlässliche Grundlage für einen offenen Austausch, für eine produktive Auseinandersetzung und damit für eine hohe Lernqualität sind Strukturen, Normen und das Sozialklima in der Gruppe, die von hoher Gesprächs- und Kooperationsbereitschaft, „Toleranz gegenüber anderen Lernwegen mit Fehlern und Umwegen“ (Möller, 2001) geprägt sind.

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 Betrachtung rückt. Das Kind in seiner Bewährung in einzelnen sozialen Interaktionen und in der Auseinandersetzung mit der Gruppe wird zum Thema, wenn sich aus der „pädagogischen Logik“ der Situation ein Klärungs- und Handlungsbedarf entwickelt. Der Lernweg zu der angestrebten Lösung insbesondere im Hinblick auf Kommunikations- und Kooperationsprozesse wird dabei zu einem zentralen Gegenstand gemeinsamer Bemühungen. 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, S. 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 21 Century Skills (u. a. Kommunikation, Zusammenarbeit) entwickelt ((Wygotski, 1964; Florio-Hansen, 2016).

4.4.6 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.

Die Schule des Industriezeitalters hatte es auch schon mit Komplexität zu tun, es gelang ihr aber in der Regel, diese zu ignorieren, zu reduzieren und künstliche Ordnungen – beispielsweise die Einteilung von kulturellen und naturwissenschaftlichen Phänomenen in Schulfächer – herzustellen. Und das Dilemma im Umgang mit Komplexität besteht 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-Wirkung-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.

Malik verweist darauf, dass der Umgang mit Komplexität eine Veränderung des Denkens, der Paradigmen und Weltbilder erfordert. Es hilft nicht, mit alten Unterrichtsmethoden und Konzepten eine Auseinandersetzung mit Komplexität anzustreben; dies wird nicht funktionieren. Denn

bei hoher Komplexität kommen wir an die Grenzen dessen, was uns durch das Reduktionistische Weltbild der klassischen Wissenschaften als Wahrheiten vermittelt wurde [...]. Reduktionistisches und mechanistisches Denken – statt ganzheitliches, systemisches Denken – ist eine der wichtigsten Gründe dafür, dass bei steigender Komplexität so vieles immer weniger funktioniert. [...] 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, und mehrdeutigen Signalen ausrichten (Malik, 2015, 75).

Und sein Fazit lautet:

Das Komplexitätszeitalter erfordert fundamental andere Lösungen auf Basis eines anderen Denkens, neue Methoden und Instrumente. Es fordert andere Information und Kommunikation und vor allem verlässliches Wissen über die Naturgesetze des Funktionierens. (Malik, 2015, 74)

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.

4.4.7 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 eingeführt⁴³ 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.⁴⁴

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

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.⁴⁵

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“⁴⁶.

Silander weist darauf hin, welche 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).⁴⁷

⁴³ <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>.

⁴⁴ <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>.

⁴⁵ <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>.

⁴⁶ <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>; <http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html>.

⁴⁷ <https://learningscoop.fi/why-do-we-need-phenomenon-based-learning/>.

Ein weiteres Konzept für das Erlernen des Umgangs mit Komplexität ist das der sogenannten *Driving Questions*, die der indische Pädagoge Sugata 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).

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)⁴⁸

⁴⁸ <https://startsole.org/research>.

In der Kreativitätsforschung wird dieses Konzept ebenfalls hervorgehoben, wenn Menschen in vielfältigsten Kontexten an ihre Grenzen geraten und noch ein wenig darüber hinaus kommen. 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; Csikszentmihalyi, 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:

[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)

4.4.8 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, #87741)
- 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, Nguyen, & Sweller, 2011)
- Experiential Learning (Kolb & Fry, 1975)
- Learning Through Performance (Pecheone 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 John Dewey und William Herad 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 bzw. 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. (Research, 2021c, 2)

Für Larmer und Mergendoller (Larmer & Mergendoller, 2012; ursprünglicher Text: Larmer & Mergendoller, 2010b) sind für das *Gelingen von Projekten* zwei Voraussetzungen wichtig: zum einen, dass das Projekt eine persönliche Bedeutung, einen persönlichen Bezug für die Lernenden hat sowie eine Herausforderung darstellt, die sie gerne gut erledigen möchten und zum andern, dass sie aus dem Projekt ein Lerngewinn ziehen können.

Larmer und Mergendoller fassen acht Merkmale des projektbasierten Lernens zusammen.

1. *Significant Content*

Der Inhalt des Projekts hat einen Bezug bzw. eine Bedeutung für die Lernenden.

2. *A Need to Know*

Es ist für die Lernenden nützlich, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen, weil sie ihnen wichtig ist. Dafür kann ein Einstiegsereignis (*entry event*) nützlich sein, zum Beispiel ein Video, eine lebhaft Diskussions, ein Gastredner, eine Exkursion, ein aktuelles Ereignis.

3. *A Driving Question*

Die Leitfrage hilft den Lernenden, sich im Projekt zu fokussieren und das Ziel des Projekts im Auge zu behalten. „A good Driving Question captures the heart of the project in clear, compelling language, which gives students a sense of purpose and challenge.“ Für Larmer und Mergendoller ist ein Projekt ohne Leitfrage wie ein Aufsatz ohne eine These. Ohne eine These können Leserinnen und Leser vielleicht die Hauptaussage der Autorinnen und Autoren herauslesen, aber mit einer These ist die Hauptaussage unmissverständlich. Ohne eine Leitfrage verstehen die Schülerinnen und Schüler möglicherweise nicht, warum sie ein Projekt durchführen. Sie wissen, dass die Reihe der zugewiesenen Aktivitäten in irgendeiner Weise mit einer Zeitperiode, einem Ort oder einem Konzept zusammenhängt. Aber wenn Sie fragen: „Was ist der Sinn all dieser Aktivitäten?“, können sie vielleicht nur antworten: „Weil wir ein Poster machen.“

4. *Student Voice and Choice*

Die Lernenden entscheiden über das Vorgehensweise im Projekt, über ihre Rollen und

Organisation und wie das Arbeitsergebnis aussehen soll. Dieses Element des projektbasierten Lernens ist der Schlüssel. Je mehr Mitspracherechte und Wahlmöglichkeiten die Schülerinnen und Schüler haben, desto besser für sie. Die Lehrkräfte sollten die Projekte jedoch so gestalten, dass das Ausmaß der Wahlmöglichkeiten der Schülerinnen und Schüler ihrem eigenen Stil und ihren Schülerinnen und Schülern entspricht.

5. 21st Century Skills

Die Zusammenarbeit im Projekt zentral. Dabei sollten die Teams auch Möglichkeiten erhalten, ihre Zusammenarbeit und Kommunikation im Projekt zu reflektieren. Um die Fähigkeiten zur Zusammenarbeit zu verbessern, können Rollenspiele und andere Team Building-Maßnahmen eingesetzt werden. Schülerinnen und Schüler können darin angeleitet werden, Zeit- und Aufgabenplaner zu verwenden, sie können Unterstützung für ihre Recherche- und Präsentationsfähigkeiten erhalten sowie Hilfe bei der Produktion der Arbeitsergebnisse. In Tagebüchern reflektierten die Schülerinnen und Schüler ihre Denk- und Problemlösungsprozesse. Ein Projekt sollte den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit geben, Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts wie Zusammenarbeit, Kommunikation, kritisches Denken und den Einsatz von Technologie zu entwickeln, die ihnen am Arbeitsplatz und im Leben von großem Nutzen sein werden.

6. Inquiry and Innovation

Nach der Definition der Leitfrage erstellen die Schülerinnen und Schüler als Team eine Liste mit detaillierten Fragen zu ihrem Projekt. Sie stimmen ihre Fragen ab und diskutieren wie sie die Antworten dazu finden können. Sie empfinden die Projektarbeit als sinnvoller, wenn sie aufgefordert werden, echte Nachforschungen anzustellen – was nicht bedeutet, Informationen in Büchern oder auf Websites zu finden und sie auf ein Poster zu kleben. Bei einer echten Untersuchung folgen die Schülerinnen und Schüler einer Spur, die mit ihren eigenen Fragen beginnt, zu einer Suche nach Ressourcen und der Entdeckung von Antworten führt und die schließlich dazu führt, neue Fragen zu generieren, Ideen zu testen und ihre eigenen Schlussfolgerungen zu ziehen. Mit echter Untersuchung kommt Innovation – eine neue Antwort auf eine treibende Frage, ein neues Produkt, eine neue Lösung für ein Problem. Die Kultur im Klassenzimmer sollte das Hinterfragen, das Aufstellen von Hypothesen und die Offenheit für neue Ideen und Perspektiven schätzen.

7. Feedback and Revision

Im Projekt geben sich die Lernenden gegenseitig Rückmeldungen und erhalten diese auch von ihren Lehrerinnen und Lehrern. Die Formalisierung eines Prozesses für Feedback und Überarbeitung während eines Projekts macht das Lernen sinnvoll, weil es betont, dass die Erstellung qualitativ hochwertiger Produkte und Leistungen ein wichtiger Zweck des Projekts ist. Die Schülerinnen und Schüler müssen lernen, dass die meisten Menschen bei ihren ersten Versuchen keine hohe Qualität erreichen und dass Revisionen ein häufiges Merkmal der realen Arbeit sind. Zusätzlich zum direkten Feedback sollten die Lehrerinnen und Lehrer die Schülerinnen und Schüler bei der Verwendung von Rubriken oder anderen Kriterien anleiten, um die Arbeit der anderen zu kritisieren. Die Lehrkraft kann Expertinnen und Experten oder erwachsene Mentorinnen und Mentoren beauftragen, Feedback zu geben, was für die Schülerinnen und Schüler aufgrund der Quelle besonders aussagekräftig ist.

8. Publicly Presented Product

Die Ergebnisse der Projektarbeit werden öffentlich präsentiert. Dabei entscheidet die Gruppe über das Publikum der Präsentation und ob die Ergebnisse im Internet veröffentlicht werden können bzw. sollen. (Hierbei muss natürlich das Urheberrecht beachtet werden.) Wenn die Schülerinnen und Schüler ihre Arbeit vor einem echten Publikum präsentieren, achten sie mehr auf deren Qualität. Auch hier gilt wieder „je mehr, desto besser“, wenn es um die Authentizität geht. Die Schülerinnen und Schüler können die Art von Aufgaben, die von Profis erledigt werden, nachahmen – aber noch besser ist es, wenn sie echte Produkte erstellen, die von Menschen außerhalb der Schule verwendet werden.

Larmer und Mergendoller warnen allerdings davor, diese Form des Lernens als eine Methode unter vielen einzusetzen, sondern raten dazu, das projektbasierte Lernen als Schlüssel und als das Zentrum des Unterrichts zu etablieren und die Gesamtstruktur der Schule darauf auszurichten, mit allen Konsequenzen, die es hat. Es sollte die Hauptspeise sein und nicht der Nachtisch (Larmer & Mergendoller, 2010a).

Wichtig ist bei den Projekten die Authentizität der Frage- oder Problemstellung, denn „if we wish to prepare a generation of students who can solve real-world problems, we must give them real-world problems to solve“ (Larmer & Mergendoller, 2010a).

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

1. Die Lernziele sollen für die Lerner 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 (vgl. auch Bielik et al., 2018).

Von Hasni (Hasni et al., 2016, 205) werden als Merkmale des Projektbasierten Lernens die folgenden genannt:

- die Auseinandersetzung mit einem authentischen Problem oder einer authentischen Fragestellung (*pose an authentic problem or question*),
- die Ermutigung und Unterstützung der Lerner zur Recherche und gestalterischen Aktivitäten (*engage students in investigations or design activities*),
- das zusammentragen der Ergebnisse der Projektarbeit in einem Produkt (*result in a final product*),
- die intensive Zusammenarbeit der Lernenden (*involve student collaboration*) sowie
- die Nutzung von Technologien (*use learning technologies*)

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 Zuckerbrod bestätigt den hohen Lerneffekt: „when implemented well, high-quality project-based learning improves student outcomes“ (Zuckerbrod et al., 2021, 2), sowie die hohe Förderung des Einsatzes der Lernenden, weil sie zunehmend Verantwortung für ihren Lernprozess übernehmen. (Research, 2021c, 5)

Auch aktuelle Studien zeigen, dass bei dieser Form des Lernens die Auseinandersetzung mit den Inhalten intensiver und nachhaltiger zu sein scheint (Saavedra et al., 2021). Dass diese Form des Lernens auch schon in der Grundschule funktioniert, weisen Krajcik et al. nach:

ML-PBL results show a significant intervention treatment effect and one that is higher than what has been reported in other science studies (see Harris et al., 2015; Lynch et al., 2012; Wilson et al.). The main effect that shows a significant difference on an objective science assessment between the treatment and control student is considerable, even taking into account developmental differences in reading (Krajcik et al., 2021, 42)

Zudem werde das soziale und emotionale Lernen gefördert: „Another positive treatment effect was found for social and emotional learning during science classes“ (Krajcik et al., 2021, 42).

Rosefsky Saavedra und Rapaport haben in einer Studie nachgewiesen, dass das Projektbasierte Lernen auch sozial schwächere Schüler fördern kann (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. Autoren wie Baines (Research, 2021a), Barron (Barron & Darlington-Hammond, 2008), Barrows (Barrows & Tamblin, 1980; Barrows, 2006; Barrows, 2009), Blumenfeld (Blumenfeld et al., 1991), Ilhan (Ilhan, 2014), Larmer (Larmer & Mergendoller, 2012; Larmer & Mergendoller, 2010a), 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 (Research, 2021b), Rummler (Rummler, 2012), 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; Slavin, 1996), Stark (Stark et al., 2003), Stübiger (Stübiger & Schäfer, 2003), Terenzini (Terenzini et al., 2001), Vernon (Vernon & Blake, 1993), Yetkiner (Yetkiner et al., 2008), Zuckerbrot (Research, 2021c) und andere werden von Knoll ignoriert.⁴⁹

4.4.9 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.

George 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. ScienceWeek (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)

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

⁴⁹ Vgl. auch <https://www.edutopia.org/article/new-research-makes-powerful-case-pbl> (Zugriff: 20.10.2021); <https://www.edutopia.org/project-based-learning> (Zugriff: 20.10.2021); <https://battelleforkids.org/> (Zugriff: 20.10.2021); <https://www.teachthought.com/> (Zugriff: 20.10.2021)

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)

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 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 Dynamiken“ 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)

4.4.10 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, im Rathäuser, 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 er als wenig erfolgreich. „Sie hassten die Schule, sie hassten mich.“⁵⁰ Nachdem ein kostenloses Werkzeug⁵¹ 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.⁵²

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

4.4.11 Produktorientierung

Wie bereits erwähnt gehören zu Projekten drei wesentliche Elemente hinzu:

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

⁵⁰ https://www.youtube.com/watch?v=-Kf_pIW2RUM.

⁵¹ Apple, iBooks Author

⁵² <http://mrsmithtrt.weebly.com/>.

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 Jean-Pol 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 (Abbildung 25) 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.

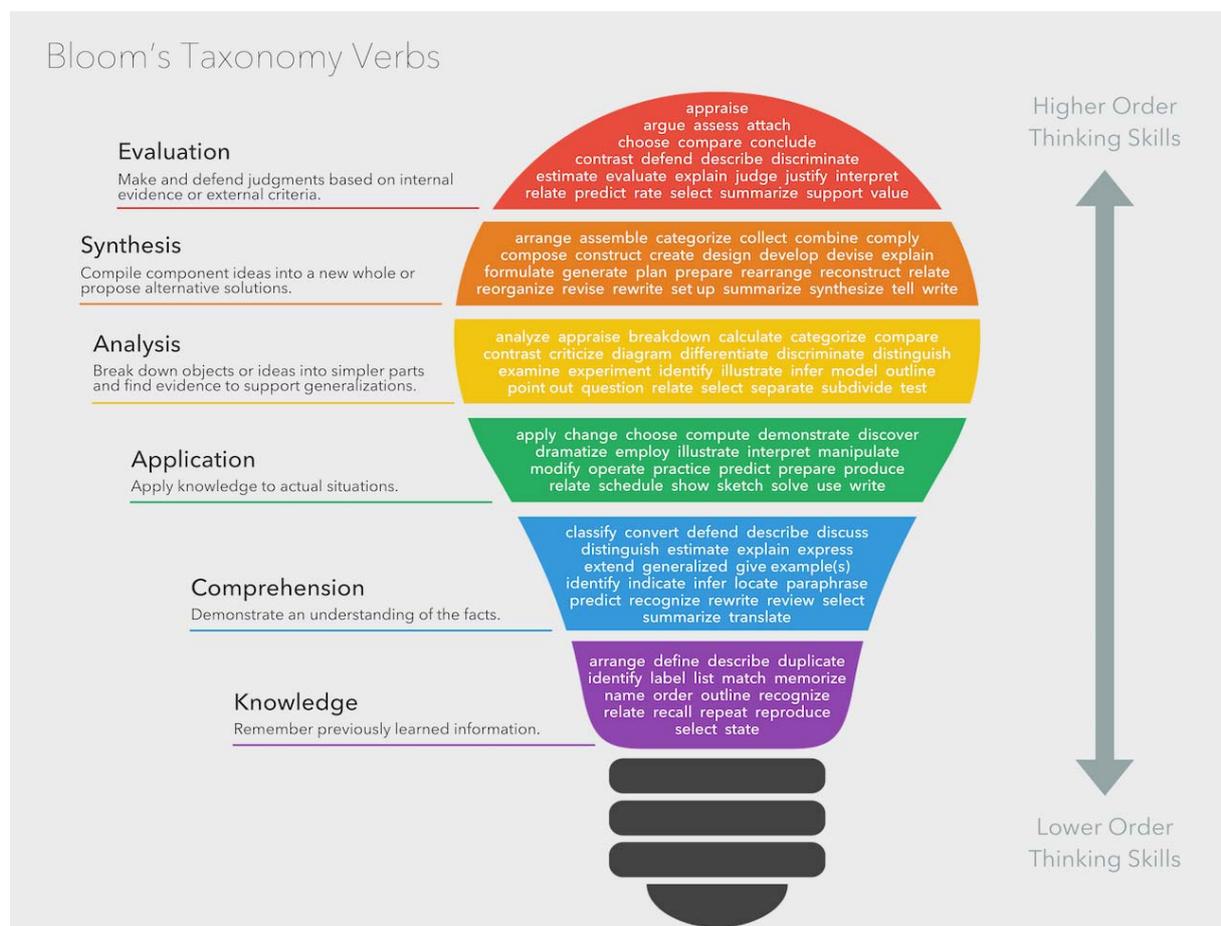


Abb. 21: Bloom's Taxonomy Verbs (John Cummings, 2018, <https://www.fractuslearning.com/blooms-taxonomy-verbs-free-chart/>; CC-BY-SA-4.0⁵³)

Ein sehr hilfreiches Konzept stellt das *Learners as Designers-Konzept* dar, entwickelt von Jonassen & Reeves (Jonassen & Reeves, 1996, 695), basierend auf den Konzepten von Pea (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 bzw. vertiefen ihr eigenes Wissen.

Als Beispiele für diese kognitiven Werkzeuge führen Jonassen et al. 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 Seymour Papert (Papert, 1980) und die Mikrowelt KAREL THE ROBOT⁵⁴. 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 (Smart Phone, 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,

⁵³ <https://www.fractuslearning.com/blooms-taxonomy-verbs-free-chart/>.

⁵⁴ <http://karel.sourceforge.net/>.

Kommunikation und Kollaboration. Zudem wird eigenständige, selbstgesteuerte und lebenslange Lernen gefördert, 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.

Educause (2013) 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.“ (Educause, 2013)⁵⁵

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

- Offene Lernsettings und Projektarbeit
- Interdisziplinärer Zugang
- Kreative und neuartige Lösungen – Scheitern möglich
- Nutzung von (digitalen) Werkzeugen
- Fokus auf konkretem Produkt

⁵⁵ Siehe auch: <http://www.renovatedlearning.com/2015/04/02/defining-makerspaces-part-1/>.

- 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) (siehe Tabelle 7)

Tab. 7: Drei didaktische Varianten des Makerspaces (Schön & Ebner, 2020, 34)

	Makerspace als Arbeitsraum mit informellen Lerngelegenheiten	Makerspace als Lernraum der Maker Education	Makerspace als Raum für formale Weiterbildung
Zweck des Makerspaces	Nutzer/innen des Makerspaces unterstützen	Persönliche und soziale Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen und deren Interessen fördern; teils spezifische Lernziele	Systematische Schulung in Abläufe diverser Werkzeuge u.ä.
Zielgruppe, Bedarf	Erwachsene Selbstermacher/innen	Kinder, Jugendliche, (junge) Erwachsene	Erwachsene Selbstermacher/innen, Maker Educator und andere Erwachsene
Lernziel, Qualifikation	Das zu lernen, was für die Umsetzung des eigenen Vorhabens notwendig ist	MINT-Interessen und Kompetenzen, soziale Kompetenzen, Medienkompetenz u. a.	Umgang mit spezifischen Werkzeugen, pädagogische Qualifikation als Maker Educator
Inhalte	Spezifische technische, Design- oder Umsetzungsmöglichkeiten und -verfahren	Entwurf und Gestaltung von Prototypen und Lösungen, Nutzung von traditionellen und digitalen Werkzeugen	Bedienung von Werkzeugen, Elektrotechnik, Programmierung u. a.
Organisationsform, Methode	Selbstorganisiertes Lernen und (informelles) Peer Lernen mit und von anderen im Makerspace	Unterschiedliche projektorientierte Aufgabenstellungen mit div. Methoden wie Design Thinking oder Gruppenarbeit	U. a. strukturierte Unterweisung im Umgang mit Maschinen und Technologien
Medien	Materialien aus dem Internet, Peers	z. T. Educational Tools, z. B. Einplantinen-Computer und spezielle Kits	Mitarbeiter/innen des Makerspaces, Trainer/innen

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 Stilzet 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, Ebner, & Schön, 2020, 4).⁵⁶

4.4.12 Einsatz von Technologien

Technologien wurden schon immer zum Lernen verwendet, ob dies nun ein Mikroskop, ein Rechenschieber oder ein Videorekorder war. Durch die Verbreitung von Personal Computern in den 1980er Jahren wurden computergestützte Technologien auch zunehmend in Schulen integriert. So entstanden nach und nach Computerräume, die vor allem für die Recherche, Textbearbeitung und das Programmieren genutzt wurden.

Durch das Aufkommen von *mobilen Geräten* (Smartphones, Tablets) wurde die Nutzung von Computern wesentlich erweitert, denn Tablet Computer weisen gegenüber den Desktop Computern ein paar wesentliche Unterschiede auf, die sie für den Unterricht besonders interessant erscheinen lassen:

- Sie sind sofort einsatzbereit und ihr Akku ermöglicht eine Laufzeit bis zu 10 Stunden. Sie sind leicht und damit unabhängig von einem bestimmten Ort nutzbar. Damit erweitern sie den begrenzten Radius des Klassenzimmers und ermöglichen ein mobiles Lernen, das auch in der Natur, im Museum oder bei Expertinnen und Experten stattfinden kann. Die Bedienung über die haptische Gesten- oder Sprachsteuerung macht sie auch für Menschen mit Behinderungen nutzbar. Der Betreuungsaufwand ist im Vergleich zum traditionellen Computerraum relativ gering.
- Eine weitere große Stärke von Tablets liegt in ihrer extremen Vielseitigkeit. Schon mit ihren bordeigenen Mitteln bieten die Geräte vielseitige Funktionalität, die sich durch die Erweiterung über Applikationen (apps) noch steigern lässt. So kann das Gerät durch Software aber auch Hardware wie zum Beispiel eine externe Tastatur (über Bluetooth), ein Keyboard oder ein Auslösekabel für die digitale Kamera erweitern.
- Sie sind einfach in der Nutzung. Es braucht keine Handbücher und Seminare mehr, um sie zu nutzen.
- Sie bieten als Werkzeug vielfältige Möglichkeiten, wie die Nutzung und Erstellung unterschiedlichster Medien (Text, Bild, Ton, Bewegtbild), das Erstellen von Präsentatio-

⁵⁶ Vgl. auch: <https://makered.org/>.

nen, eine Textverarbeitung und vieles andere mehr. Ihre große Stärke liegt in der extremen Vielseitigkeit. Damit stellen sie eine individualisierte Lernumgebung des einzelnen Schülers da, die sämtliche Materialien und Funktionalitäten enthält.

- Die Möglichkeiten sind extrem vielfältig. Und die Einsatzszenarien ebenso. Und für die Produktion von Projektergebnissen im Learners as Designers-Sinn stellen sie zurzeit das optimale Werkzeug dar.

Zusammengefasst bieten Tablets vielfältige Möglichkeiten:

Informieren

Digitale Lehrbücher werden zunehmend die gedruckten Schulbücher ablösen. Dabei ist ihr Vorteil nicht nur das geringere Gewicht, sondern auch ihre vielfältigen Möglichkeiten, das heißt die Ergänzung von Text und Bild durch Videos, Hyperlinks, Animationen und interaktive Sequenzen. So lassen sich im Englischbuch Textpassagen von einem Muttersprachler vorlesen, im Mathematikbuch können Aufgaben bearbeitet und auf Knopfdruck angezeigt werden, ob sie richtig oder falsch beantwortet worden sind. Im Geschichtsbuch lassen sich authentische Dokumente aus dem Internet aufrufen und im Geographiebuch wird mit einem interaktiven Globus gearbeitet.

Digitale Lehrbücher sind immer auf dem aktuellsten Stand, ermöglichen es, Anmerkungen hineinzuschreiben und diese mit anderen auszutauschen. Schülerinnen und Schüler können beliebig markieren oder auch etwas anstreichen, sowie Texte, Bilder und Videos gegebenenfalls für eine eigene Präsentation übernehmen.

Mit Hilfe von YouTube, TED oder auch iTunesU steht eine gigantische Fülle von Videomaterial zur Verfügung, darunter auch sehr viele hochwertige Schulungsvideos, Vorträge von Experten und Dokumentationen. Die öffentlich-rechtlichen Fernsehsender bieten ebenso wie Medienzentren oder Verlage Materialien auf ihren Web-Seiten an.⁵⁷

Das eBook *Life on Earth* beispielsweise kombiniert Texte mit Bildern, Videos und interaktiven Sequenzen. Besonders der Einsatz von textergänzenden Videos und die Möglichkeit zu kleinen Experimenten sind die Stärken des Buches.

In einem eBook zum Gedicht *The Waste Land* von T.S. Eliot lässt sich der Inhalt vielfältig erschließen. So tragen verschiedene Personen, unter ihnen der Autor, den Text vor, es lässt sich das Manuskript erkunden, Kommentare zu einzelnen Stellen des Gedichts anzeigen, eine zugehörige Bilder-Galerie aufrufen und eigene Notizen lassen sich erstellen. Zunehmend bieten elektronische Bücher auch Kommentar-Funktionen an, die mit anderen Lesern des Buches ausgetauscht werden können. So kommen Leser untereinander und auch mit dem Autor ins virtuelle Gespräch, können Fachbücher durch zusätzliche Ergebnisse und Erkenntnisse der Leser erweitert werden.

In *Explore Shakespeare*⁵⁸ von Cambridge University Press⁵⁹ lässt sich der Text visuell und interaktiv erschließen: *Word Clouds* zeigen Schwerpunkte an, die Dramaturgie der einzelnen

⁵⁷ Bei der Nutzung gilt aber selbstverständlich auch hier die Beachtung des Urheberrechts.

⁵⁸ <https://www.shakespeare.org.uk/explore-shakespeare/>.

⁵⁹ <https://www.cambridge.org/>.

Szenen lässt sich unter verschiedensten Aspekten darstellen und Beziehungen zwischen den verschiedenen Personen an jeder beliebigen Stelle im Text ermitteln.

Recherchieren

Das Internet bietet sich als die primäre Quelle zur Recherche an. Die Ergebnisse und Fundstücke lassen sich auf dem Tablet speichern und gegebenenfalls weiterverwenden, bei Beachtung des Urheberrechts.

Explorieren

Tablets sind Erkundungswerkzeuge und helfen, Informationen zu sammeln, nicht nur durch die Nutzung des Internets und seiner Suchmaschinen, sondern auch durch die eigenen Funktionalitäten wie GPS zur Standortbestimmung in Kombination mit Landkarten, auf denen der aktuelle Standort angezeigt wird. Mit Hilfe der Tonaufzeichnung lassen sich Frequenzen und Lautstärke messen. Die Auswertung einer Videoaufnahme mit Hilfe der App *Video-Physics*, die Bewegungsabläufe visualisiert, hilft im Sportunterricht, Bewegungsabläufe zu analysieren und zu korrigieren.

Anwendungen der Augmented Reality wie beispielsweise *StarWalk* erklären den nächtlichen Nachthimmel und bezeichnen die Sterne und Planeten, auf die das Tablet gerade gehalten wird. Mit Hilfe der App *Circuit Lab*⁶⁰ können elektrische Schaltungen virtuell zusammengebaut und getestet werden.

Bei biologischen Themen lassen sich menschliche Körper oder Gehirne unter verschiedenen Perspektiven betrachten und erkunden, können Bäume⁶¹ und Pflanzen identifiziert oder die Eigenschaften von Zellen genauer untersucht werden. Mit einem angeschlossenen Mikroskop lassen sich dessen Ansichten als Foto oder Video festhalten. Molekülbaukästen wie der *iMolecular Builder* und die App von Theodore Gray *Die Elemente* veranschaulichen chemische und biologische Zusammenhänge.

Schließlich sein noch die App *Living Earth*⁶² genannt, die die Erde unter verschiedenen Parametern anzeigen kann, wie die Bewölkung, die Temperatur, den Wind, die Luftfeuchtigkeit und anderes mehr – und zwar in Echtzeit den aktuellen Stand.

Trainieren

Auch zum individuellen Trainieren von Vokabeln oder Mathematikaufgaben gibt es die unterschiedlichsten Apps.

Organisieren

Die Organisation von Gruppen- und individueller Arbeit lässt sich auf dem Tablet durch virtuelle Kalender organisieren, Aufgabenliste machen das Projekt und die Arbeit daran übersichtlicher und Dokumente und Notizen können im Netz abgelegt und von allen bearbeitet werden.

⁶⁰ <https://www.circuitlab.com/>.

⁶¹ <https://www.treehugger.com/leafsnap-is-a-new-app-to-identify-trees-4858781>.

⁶² <http://www.livingearthapp.com/>.

Kommunizieren

Da die Geräte über das Internet beziehungsweise Bluetooth miteinander in Kontakt treten und Daten austauschen können, wird ein kollaboratives Lernen gefördert. Zum Teil wird dies zwar noch durch die unterschiedlichen Betriebssysteme der Geräte erschwert, aber die Tendenz zu Standardformaten und einer höheren Datenaustauschbarkeit ist zu erkennen. Mit Hilfe von Werkzeugen wie *Skype* kann Kontakt zu Personen an anderen Orten aufgenommen werden, so bietet sich *MysterySkype* gut für das Sprachenlernen und die Kommunikation mit Menschen in anderen Ländern an.

Zusammenarbeiten

Für das kollaborative Arbeiten bietet sich unter anderem die App *Explain Everything*⁶³ oder auch *ScreenChomp* an, die das Erstellen von kurzen Erklärungsvideos ermöglichen, die dann ausgetauscht und beliebig erweitert werden können. Aber auch Apps wie *Toontastic* und *PuppetPals HD*⁶⁴ bieten vielfältige Möglichkeiten.

Präsentieren

Mit Hilfe einer Präsentations-App wie *Keynote* oder *Powerpoint* lassen sich multimediale Präsentationen einfach erstellen.

Reflektieren

Werkzeuge zur Reflexion des Lernprozesses sind neben den oben beschriebenen Notizen-Anwendungen auch digitale Tagebücher wie *Dayone*⁶⁵.

Kreativ sein

Zur kreativen Ideenfindung seien hier abschließend noch Mindmapping-Werkzeuge erwähnt, die eine elegantes erstellen und Austauschen von Mindmaps ermöglichen, wie zum Beispiel die App *iThoughts HD*⁶⁶.

Produzieren und dokumentieren

Das Produzieren von Materialien wie die Erstellung von Videos, Fotos, Tondateien, Präsentationen, Texten oder auch Büchern bietet eine effektive Möglichkeit, sich mit einer Thematik intensiv zu beschäftigen und zu Lernen. Für die Projektarbeit und Produktionsarbeit bieten sich besonders Tablets als Technologie der ersten Wahl an. Zudem kann man bei ihnen von einer ganz individuellen Lernumgebung sprechen, die den Bedürfnissen des jeweiligen Schülers angepasst werden kann und die er als sein individuelles Gerät versteht. Aus diesem Grund ist eine 1:1-Lösung sehr zu empfehlen, was bedeutet, dass sich die Geräte im persönlichen Besitz der Schülerinnen und Schüler befinden und auch privat genutzt werden können.

⁶³ <https://apps.apple.com/de/app/explain-everything/id431493086>.

⁶⁴ <https://apps.apple.com/us/app/puppet-pals-hd/id342076546>.

⁶⁵ <https://dayoneapp.com/>.

⁶⁶ <https://www.toketaware.com/>.

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.

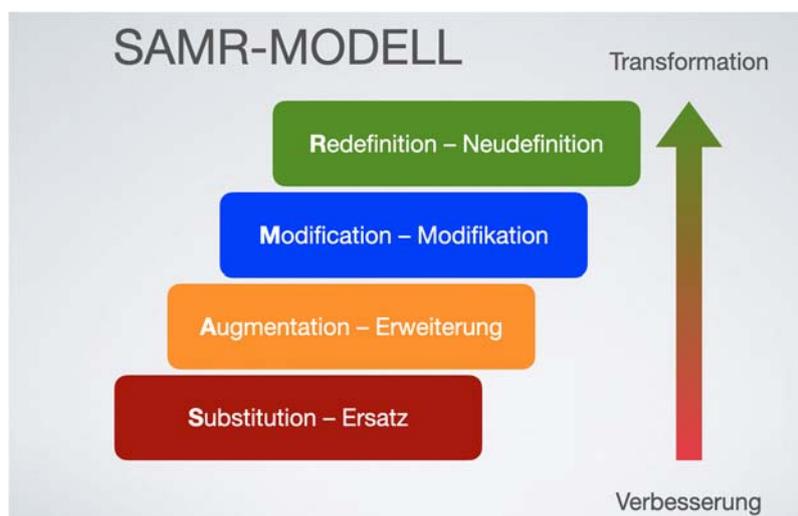


Abb. 22: SAMR-Modell nach R. Puentedura (eigene Darstellung)

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 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).

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

App Selection Criteria

Remembering Criteria: Apps that fit into the "remembering" stage improve the user's ability to define terms, identify facts, and recall and locate information. Many educational apps fall into the "remembering" phase of learning. They ask users to select an answer out of a line-up, find matches, and sequence content or input answers

Understanding Criteria: Apps that fit into this "understanding" stage provide opportunities for students to explain ideas or concepts. Understanding apps step away from the selection of a "right" answer and introduce a more open-ended format for students to summarise content and translate meaning.

Applying Criteria: Apps that fit into the applying stage provide opportunities for students to demonstrate their ability to implement learned procedures and methods. They also highlight the ability to apply concepts in unfamiliar circumstances.

Analysing Criteria: Apps that fit into the "evaluating" stage improve the user's ability to differentiate between the relevant and irrelevant, determine relationships, and recognise the organisation of content.

Evaluating Criteria: Apps that fit into the "evaluating" stage improve the user's ability to judge material or methods based on criteria set by themselves or external sources. They help students judge content reliability, accuracy, quality, effectiveness, and reach informed decisions.

Creating: Apps that fit into the "creating" stage provide opportunities for students generate ideas, design plans, and produce products.



The Padagogy Wheel First Language Project

25 languages are planned for 2016. For the latest languages see, bit.ly/languageproject.

Standing on the Shoulders of Giants

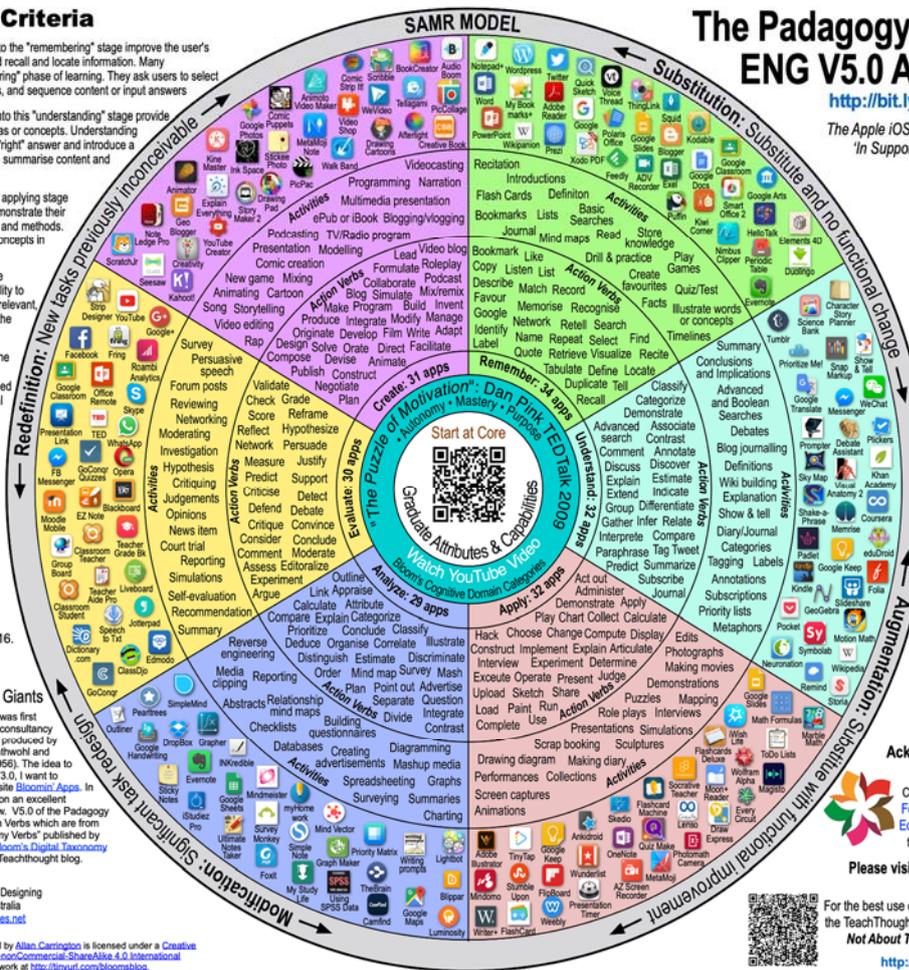
This Taxonomy wheel, without the apps, was first discovered at Paul Hopkin's educational consultancy website [rosses.us.uk](http://www.rosses.us.uk). That wheel was produced by Sharon Arley and was an adaptation of Kathwohl and Anderson's (2001) adaptation of Bloom (1956). The idea to further adapt it for the iPad in V2.0 and V3.0. I want to acknowledge Kathy Schrock on her website Bloom's Apps. In V4.0 the App Selection Criteria is based on an excellent 5 part article in *EduTopia* by Diane Darrow. V5.0 of the Padagogy Wheel has a comprehensive list of Action Verbs which are from the info-graphic "Bloom's Digital Taxonomy Verbs" published by Globaldigitalcollaboration.org, first viewed at "Bloom's Digital Taxonomy Verbs for 21st Century Students" on the Teachthought blog.



Developed by Allan Carrington Designing Outcomes Adelaide South Australia
Email: allan@designingoutcomes.net



The Padagogy Wheel by Allan Carrington is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License. Based on a work at <http://itryuof.com/bloomblog>.



The Padagogy Wheel ENG V5.0 Android

<http://bit.ly/PWENGV5>

The Apple iOS version can be downloaded from the 'In Support of Excellence' website linked above



Getting the best use out of the Padagogy Wheel

Use it as a series of prompts or interconnected gears to check your teaching from planning to implementation

The Attributes Gear: This is the core of learning design. You must constantly revisit things like ethics, responsibility and citizenship. Ask yourself the question what will a graduate from this learning experience 'look like' i.e. what is it that makes others see them as successful? Ask how does everything I do support these attributes and capabilities?

The Motivation Gear: Ask yourself 'How does everything I build and teach give the learner autonomy, mastery and purpose?' The Blooms Gear: Helps you design learning objectives that achieve higher order thinking. Try to get at least one learning objective from each category. Only after this are you ready for technology enhancement.

The Technology Gear: Ask 'How can this serve your pedagogy?' Apps are only suggestions, look for better ones & combine more than one in a learning sequence.

The SAMR Model Gear: This is "How are you going to use the technologies you have chosen?" I would like to thank Tobias Rodemerk for the idea of the gears.
Allan Carrington

Acknowledgement and Thank You

Team Mexico for the Android V5. Colleagues from Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora and the Instituto Tecnológico de Sonora.



Please visit the CRFDES website for more resources in Spanish

For the best use of the Padagogy Wheel Model please visit the TeachThought Blog Post: "[The Padagogy Wheel – It's Not About The Apps, It's About The Pedagogy](http://teachthought.com/2016/01/20/the-padagogy-wheel-its-not-about-the-apps-its-about-the-pedagogy/)"
<http://bit.ly/aboutpedagogy>



Abb. 23: Allan Carrington: The Padagogy Wheel (<https://designingoutcomes.com/english-speaking-world-v5-0/>); Deutsche Version 4.1 (https://www.neue-wege-des-lernens.de/app/download/12978283396/PADdagogischesRad_Office365.pdf?t=1492593912).

iPac-Modell

Ein weiteres Modell – das iPAC-Modell (Burden & Kearney, 2018) – arbeitet die wesentlichen Merkmale mobiler Technologien heraus, indem es die Funktionalitäten

- Personalisierbarkeit des Lernens (*personalisation*),
- Authentizität der Lernerfahrungen (*authenticity*) sowie die
- Förderung des kollaborativen Arbeiten (*collaboration*)

für den Lernprozess hervorhebt.

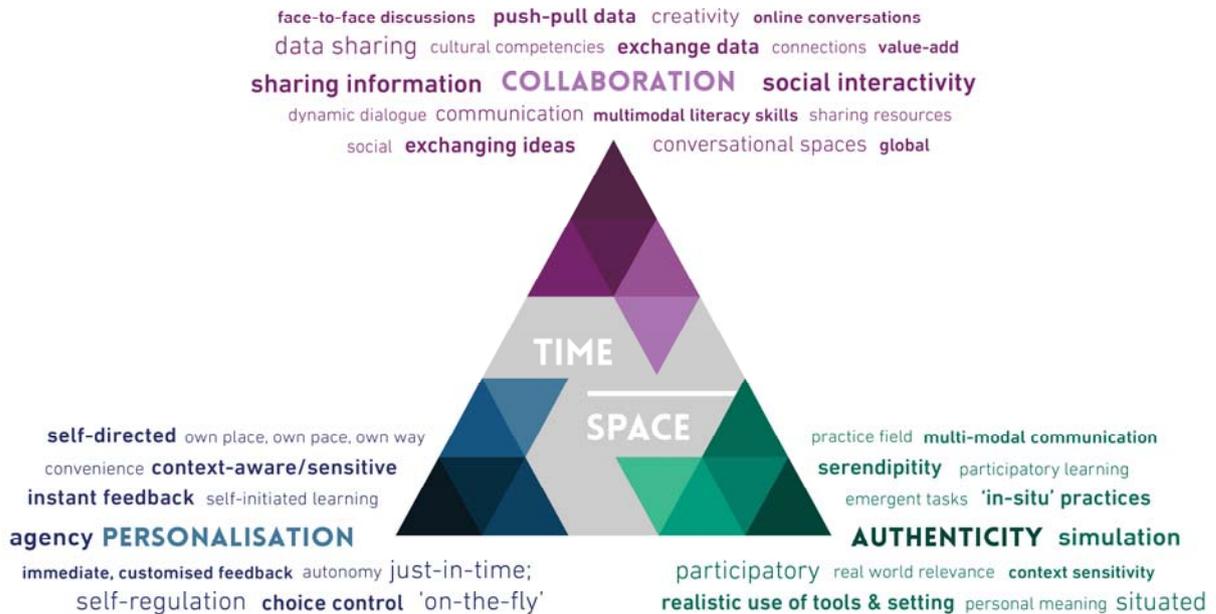


Abb. 24: iPAC-Modell (Kearney et al., 2012)

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

Das australische Ministerium für Erziehung und frühkindliche Erziehung im Bundesstaat Victoria verteilte mehr als 660 iPads der ersten und zweiten Generation an zehn verschiedene Schulen mit dem Ziel, den Nutzen von Tablets für den Unterricht zu erkunden und die Schülerinnen und Schüler auf das 21. Jahrhundert vorzubereiten. (Victoria, 2011, 5) Die Geräte wurden systematisch im Unterricht eingesetzt und begleitend evaluiert. (Victoria, 2011, 6) Unter den zehn teilnehmenden Schulen befanden sich neben zwei Grundschulen auch fünf weiterführende Schulen und drei Förderschulen. (Victoria, 2011, 5)

Forschungsfragen

Folgende Fragen sollten durch den Einsatz geklärt werden:

- Welche Auswirkungen hat der Einsatz von Tablets in der Schule auf Schüler, Lehrer und Eltern?
- Welche Möglichkeiten bieten die Geräte, um das Lehren und Lernen in und außerhalb des Klassenraums zu verbessern?
- Lässt sich eine Verbesserung des Lernens aufgrund des Einsatzes der Geräte nachweisen?

Zugleich sollte erkundet werden, welche pädagogischen, administrativen und operationalen Schwierigkeiten es beim Einsatz geben könnte und wie diese zu überwinden sind. Außerdem wolle man wissen, welche Funktionen und Einsatzmöglichkeiten der Tablets besonders effektiv und sinnvoll für das Lernen sind (Victoria, 2011, 6).

Folgende Erwartungen wurden an die Tablets im Unterricht gestellt:

- das selbstgesteuerte und eigenverantwortliche Lernen zu fördern
- die Motivation und den Einsatz beim Lernen zu vergrößern
- den Lehrern dabei zu helfen, die Schüler individuell zu betreuen
- die Lernerfolge der Schüler zu erhöhen
- das Lernen der Schüler über den Klassenraum hinaus
- zu fördern und zu unterstützen
- das Engagement der Eltern zu fördern und deren Bezug zur Schule zu verbessern.
(Victoria, 2011, 4)

Einsatz der Geräte

Der Einsatz im Unterricht war sehr unterschiedlich und vielfältig, der jeweiligen Schulart angemessen. Es wurden sowohl die bordeigenen Mittel der iPads genutzt, als auch ausgewählte Applikationen. Die Schülerinnen und Schüler haben gezielt im Internet nach Informationen recherchiert, multimediale Präsentationen, ePubs und Mindmaps erstellt, E-Mails und Notizen geschrieben, die eigene Arbeit mit Hilfe des Kalenders und Aufgabenlisten organisiert, sie haben Geschichten geschrieben, Filme erstellt, einen Blog oder ein Wiki geschrieben und Podcasts erstellt (Victoria, 2011, 13).

Methodiken der Evaluation

Zur Evaluation wurde verschiedene Methoden genutzt wie Interviews, Berichte, Unterrichtsbeobachtungen, Interviews, Fragebögen und Auswertung von Foren.

Ergebnisse

Nach Ansicht der Forscher sind drei Dinge absolut notwendige Voraussetzungen für einen effektiven Einsatz der iPads im Unterricht an Schulen:

- ein angemessenes didaktisches Konzept,
- eine technisch stabile Umgebung (WLAN) und
- die Unterstützung der Eltern (Victoria, 2011, 29).

Bedienbarkeit

Die Tablets zeigten sich als einfach und intuitiv bedienbar, es war keine Schulung notwendig, weder für Lehrer noch für Schüler. Als Geräte sind sie rasch verfügbar, portabel und robust, und verfügen – im Gegensatz zu Laptops – über eine lange Laufzeit. Außerdem kann das Gerät extrem vielfältig und flexibel eingesetzt werden. Zudem wurde der Einsatz von IT in der Schule durch die Tablets als unproblematischer als bisher wahrgenommen.

Pädagogischer Nutzen

Zu Beginn der Studie gaben 45% der Lehrerinnen und Lehrer an, das Tablet könne ihre Effektivität als Lehrerin und Lehrer vermutlich erhöhen, zum Ende der Studie war dieser Prozentsatz auf 67% angestiegen.

70% der Lehrerinnen und Lehrer waren der Ansicht, dass multimediale Darstellung von Informationen besser geeignet sei als Text und Bild. 68% gaben an, durch das Gerät stärker auf

die persönlichen Bedürfnisse ihrer Schülerinnen und Schüler eingehen zu können. 68% sahen im Gerät eine größere Möglichkeit, anspruchsvolle Aufgaben durch die Schülerinnen Schüler durchführen zu lassen. 66% gaben an, dass sich der Unterricht im Klassenraum verändert habe (Victoria, 2011, 18). Ein Lehrer formulierte es so:

Before participating in this trial, I was unaware how to use web based tools – wikis, blogs, etc. – for personal use, let alone to engage and enhance student learning. Using the iPad has assisted me to take my teaching to the next level in terms of the curriculum, lessons and programs that I offer the students and to expose my students to more meaningful learning opportunities (Victoria, 2011, 18).

Vielfalt im Unterricht

Die Lehrerinnen und Lehrer sagten mit überwältigender Mehrheit (85%) aus, dass ihnen die Tablet eine bessere Gestaltung eines Unterrichts ermöglicht hätten, in welchem sie noch stärker auf den Bedarf der einzelnen Schülerinnen und Schüler eingehen konnten. Außerdem hat die Technik sie dazu angeregt, über ihren Unterricht neu nachzudenken und neue Ideen zu entwickeln. Diese Aussage traf für die Grundschullehrerinnen und -lehrer mit 100% stärker zu als für die Lehrerinnen und Lehrer der weiterführenden Schulen (secondary schools) mit 65% (Victoria, 2011, 17).

Selbstgesteuertes Lernen

Die Kinder und Jugendlichen genossen die vielfältigen Möglichkeiten der Geräte und fühlten sich bei ihrer Nutzung äußerst kompetent, was den eigenständigen Einsatz der Tablets vergrößert, ja das unabhängige und eigengesteuerte Lernen massiv gefördert hat. Die Geräte verführen offensichtlich mit ihren vielfältigen Möglichkeiten zum eigenständigen Arbeiten (Victoria, 2011, 36).

Rollenveränderung und Individualisierung

Durch die Förderung des eigenständigen Lernens tritt die dominierende Rolle der Lehrerinnen und Lehrer in den Hintergrund. Die Lehrerinnen und Lehrer als Moderatorinnen und Moderatoren oder Coaches erhalten dadurch Kapazitäten, um individuell auf einzelne Schülerinnen und Schüler stärker einzugehen. Außerdem wurde darauf verwiesen, dass mit Hilfe dieser Geräte der Unterricht mehr auf die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler ausgerichtet werden könne (Victoria, 2011, 17).

Nutzung in der Freizeit

Sehr interessant ist in der Untersuchung auch die Beobachtung von 73% der Lehrerinnen und Lehrer, dass die Tablets auch außerhalb des Unterrichts zum Lernen verwendet wurden (Victoria, 2011, 24). Ebenso wurde beobachtet, dass die Hausaufgaben regelmäßiger und sorgfältiger gemacht wurden, wenn sie mit den Tablets erledigt werden konnten.

Die Eltern der Schülerinnen und Schüler bewerteten den Einsatz der iPads als extrem sinnvoll und nützlich. Nur 4% fanden die Geräte überhaupt nicht nützlich, 15% etwas nützlich und 81% nützlich oder sehr nützlich. 90% der Eltern hatten den Eindruck, dass ihren Kindern das Lernen mit dem iPad mehr Spaß macht, sie es interessanter und spannender finden (Victoria, 2011, 24).

Motivation

90% der Schülerinnen und Schüler sagten aus, dass durch die Nutzung des Tablets das Lernen mehr Spaß mache und 88% fanden es interessanter. So formulierte ein Schüler „The iPad helps me learn because it actually makes me want to learn, which helps me get into it.“ (Victoria, 2011, 15) Allerdings sagten auch 14% der Schülerinnen und Schüler der weiterführenden Schulen aus, dass das Tablet für sie eher ein Gerät für die Freizeit und zur Entspannung sei und weniger zum Arbeiten und Lernen. Die Autoren der Studie interpretieren diese Aussage, indem sie darauf verweisen, dass diese Schülerinnen und Schüler den größten Teil ihrer Lernbiographie ohne Technologien verbracht haben und Lernen in einer eher traditionellen, das heißt lehrendenzentrierten Art und Weise verstehen (Victoria, 2011, 17).

90% der Eltern sagten aus, dass durch den Einsatz der Tablets den Kindern das Lernen mehr Freude machen würde und ein größeres Interesse an der Schule und den einzelnen Fächern bestünde (Victoria, 2011, 23). Auch die kreativen Möglichkeiten, über die die Kinder mit Hilfe der Geräte verfügen und mit denen sie ihre Gedanken und Gefühle ausdrücken können, wird von den Eltern als sehr positiv wahrgenommen. „My child has access to more information and can create and display her thinking and creativity in a way that is impossible with the use of traditional methods“ (Victoria, 2011, 24). Zudem wird die Nutzung der Tablets als wichtige Vorbereitung auf das spätere Berufsleben angesehen, in dem das Lernen mit Technologien und digitalen Medien eine zentrale Position einnimmt (Victoria, 2011, 15, 24).

Insgesamt war zu beobachten, dass die Tablet die Motivation der Schüler und ihr Engagement im Unterricht sowie außerhalb des Unterrichts signifikant fördern. Offensichtlich wurde das Lernen mit den Mobiles von ihnen als sehr eigenständige Tätigkeit wahrgenommen, für die sie die Verantwortung übernehmen, die ihnen Spaß macht und die als äußerst interessant wahrgenommen wird (Victoria, 2011, 15, 36). „The iPad trial has seen evidence of fantastic learning, students motivated to learn like never before“ (Victoria, 2011, 36).

Lernerfolg

Eindeutig weist die Studie eine Verbesserung der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler durch die Tablets nach. Auch hier sind die Ergebnisse in der Grundschule noch eindeutiger als in den weiterführenden Schulen. Bei den Schreib- und Lesefähigkeiten sprechen 83% der Lehrerinnen und Lehrer von einer signifikanten Verbesserung durch den Tablet-Einsatz, bei den Rechenfähigkeiten sehen 69% eine Verbesserung. Diese Aussagen treffen fast gleichwertig auf die Förderschulen zu, sind aber bei den weiterführenden Schulen (colleges) etwas niedriger. Von den Schülerinnen und Schülern selbst und ihren Eltern wird eine Verbesserung des Lernerfolgs ebenfalls als sehr hoch eingeschätzt. 77% der Schülerinnen und Schüler bewerten die Nutzung des iPads als wertvoll oder sehr wertvoll, bei den Eltern sind es über 80% (Victoria, 2011, 20–21).

Zusätzlich zum Lernen von Unterrichtsthemen beobachteten mehrere Lehrer, dass der Einsatz der Tablets dazu führte, dass die Schülerinnen und Schüler ihren Umgang mit Technologien in ihrem Alltag hinterfragten und damit ihre Medienkompetenz verbesserten (Victoria, 2011, 16). Der Nutzen der Tablets war eindeutig in den Grund- und Förderschulen im Vergleich zu den weiterführenden Schulen (secondary schools) höher bewertet (Victoria, 2011,

10). So wurden beispielsweise die Motivation und das Interesse am Lernen von den Grundschülerinnen und -schülern noch höher bewertet als von den Schülerinnen und Schülern der weiterführenden Schulen (Victoria, 2011, 15).

In der Studie wird deutlich, dass die Tablets auch behinderte Kinder deutlich unterstützen können. Sehbehinderte haben nun die Möglichkeit, sich durch ein Heranzoomen Texte und Bilder besser anzusehen, Kinder mit motorischen Störungen kommen offensichtlich mit der Gestenhandhabung besser klar als mit Tastatur und Maus, AD(H)S-Kindern fällt die Konzentration bei der Arbeit mit dem iPad leichter und taube Schülerinnen und Schüler können den Bildschirm des Tablets so halten, dass sie gleichzeitig auch die Lehrerinnen und Lehrer oder Mitschülerinnen und Mitschüler sehen (Victoria, 2011, 27). Ein Lehrer formuliert es so: „I am now able to offer more appropriate learning opportunities for students who are unable to access other ways of learning (e.g. students who cannot use pencils or paper for various reasons)“ (Victoria, 2011, 27).

Ein weiteres Beispiel für die hohe Anpassbarkeit des Geräts an den Bedarf der Kinder ist der RIDBC Auslan-Tutor, mit dessen Hilfe sich Zeichensprache interaktiv erlernen lässt. Diese Unterstützung behinderter oder lerneingeschränkter Kinder wurde als extrem hilfreich wahrgenommen und führte dazu, dass in Schulen, bei denen die Geräte nicht mit nach Hause genommen werden konnten, die Eltern iPads für ihre Kinder anschafften (Victoria, 2011, 28).

Der Versuch hat gezeigt, dass all diese Erwartungen durch die effektive Nutzung der iPads erfüllt worden sind. Aber es ist die gute Lehre und der Support, die das möglich gemacht haben, nicht das Werkzeug an sich. [...] Unter den richtigen Bedingungen kann das iPad die Lehr- und Lernergebnisse signifikant steigern, im Klassenzimmer und darüber hinaus. (Victoria, 2011, 3–4)

Das Tablet im Einsatz allein garantiert noch keinen Erfolg, wenn es nicht angemessen eingesetzt wird. Es gibt keinen Ersatz für einen hochwertigen Unterricht und gute Lehrerinnen und Lehrer. Es ist lediglich ein Werkzeug, kann aber in dieser Eigenschaft die Lernerfolge eindeutig erhöhen (Victoria, 2011, 10). „With the iPad, technology becomes transparent and we can focus on the learning“ (Victoria, 2011, 29).

Die Empfehlungen der Studie lauten:

- Schaffe in der Klasse eine Atmosphäre, in der die Kinder nicht darauf warten, unterrichtet zu werden.
- Ermutige sie dazu, Antworten auf Ihre Fragen im Internet zu suchen.
- Gib ihnen große Freiräume, um ihre Aufgaben eigenständig zu bewältigen.
- Erlaube auch den Zugriff auf YouTube.

Zukünftiger Einsatz

Die Befragung von Lehrerinnen und Lehrern, Schülerinnen und Schülern sowie Eltern nach der zukünftigen Nutzung der iPads war insgesamt sehr positiv: 92% der Lehrerinnen und Lehrer sagten aus, dass iPad sei sein Geld als Lernwerkzeug wert. 98% sehen das iPad als normalen Bestandteil zukünftiger Klassenräume an. 80% der Schülerinnen und Schüler sagten aus, dass sie iPad im nächsten Schuljahr wieder verwenden wollten, an den Grundschulen waren es sogar 86% und an den Förderschulen 83%. Von den Eltern meinten 85%, dass sie einen Einsatz im nächsten Schuljahr stark befürworten würden, an den Förderschulen

waren es 95% der Eltern. Lehrerinnen und Lehrer aller Schulen sehen das iPad als selbstverständliches Werkzeug der Schule der Zukunft an. Aber auch hier ist die Einschätzung an Grund- und Förderschulen noch etwas höher (Victoria, 2011, 39). Ein Lehrer beschreibt die Anforderung so: „If I ever moved schools the first thing I would do is to promote the use of iPads“ (Victoria, 2011, 40).

Eine weitere größere Studie wurde von der University of Hull und dem schottischen Schulministerium initiiert. Es wurden dabei in acht schottischen Schulen – fünf Grundschulen und drei weiterführenden Schulen – circa 370 Tablets im Unterricht eingesetzt und dieser Einsatz systematisch wissenschaftlich begleitet. Die Geräte durften von den Schülerinnen und Schülern auch zu Hause genutzt werden. Bei der Auswahl der Schulen wurde darauf geachtet, dass die Schulen in vielfacher Hinsicht (Demographie, Infrastruktur, technologische Struktur etc.) sehr unterschiedlich sind (Burden et al., 2012).

Haßler et al. weisen in ihrer Metastudie zur Forschung zu Tablets in Schulen nach, dass der Einsatz von mobilen Geräten ein relevanter Faktor für positive Lernergebnisse ist (Haßler et al., 2015, 154).

Und mehrere Studien, die den Einsatz von Tablets in Schulen untersucht haben (Breiter et al., 2013; Burden et al., 2012; Victoria, 2011) konnten das Potenzial der Geräte aufzeigen und haben deutlich gemacht, dass ihre Nutzung sich nicht nur sehr positiv auf die Motivation (Furió et al., 2015) und das Engagement der Schülerinnen und Schüler auswirkt, sondern auch, dass sich der Unterricht dabei grundlegend verändert und Rollen dabei neu definiert werden. Zudem bewirken sie Neudefinitionen von Lernräumen und stellen Anforderungen an die technische Infrastruktur, besonders den Internetzugang.

Wenn man diese Studien miteinander vergleicht, fällt rasch auf, dass sich die Ergebnisse auffallend ähneln. Offensichtlich sind die Effekte der Tablets sowohl von der Schulart als auch von der Kultur unabhängig. Und in sämtlichen Studien wird der Einsatz der Geräte grundsätzlich empfohlen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Forschungen zusammengefasst.

Motivation

Sämtliche Studien weisen den motivierenden Aspekt der Tablets eindeutig nach. Dies hat sicherlich vor allem darin seine Ursache, dass diese Geräte vielfältigste Möglichkeiten bieten und den handlungsorientierten Unterricht stark unterstützen, wenn nicht sogar fordern. Ganz im Sinne der Selbstbestimmungstheorie der Motivation von Ryan und Deci (Ryan & Deci, 2000b) erleben sich Schülerinnen und Schüler durch diese Geräte als die eigenverantwortlich Handelnden, die etwas erkunden und produzieren können – dies löst positive Emotionen aus. Vor dem Hintergrund, dass man inzwischen nachgewiesen hat, welche hohe Bedeutung Emotionen für den Lernprozess haben und dass positive Emotionen das Lernen von Zusammenhängen massiv fördern, spricht allein schon dieser Aspekt der Tablets für ihren Einsatz.

Interessanterweise ließ sich beobachten, dass sowohl Schülerinnen und Schüler als auch Lehrerinnen und Lehrer sowie Eltern den Einsatz der Geräte positiv wahrnahmen. Unterstützend zu der schon beschriebenen Vielseitigkeit der Geräte kommt sicherlich die hohe Wertigkeit hinzu, die vor allem die Geräte ausstrahlen, sowie die Nutzung der Geräte (Usability),

die als sehr angenehm empfunden wird, über Altersgrenzen und Geschlechtergrenzen hinweg, wie die Firma UID in einer Studie über das Betriebssystem iOS ermittelt hat (Koller & Limbach, 2009).

Bedienbarkeit

Die Bedienung der Geräte hat in den verschiedenen Studien nur geringe Probleme bereitet. Da allerdings die meisten Studien mit den Geräten der Firma Apple (iPads) gearbeitet haben, lässt sich dies nicht automatisch auf andere Tablets übertragen. Allerdings berichtet die Studie *Learning Untethered* (Bjerede & Bondi, 2012), die Samsung-Geräte mit dem Betriebssystem Android eingesetzt hat, ebenfalls von sehr geringen Bedienproblemen.

Wireless LAN

Die wichtigste Voraussetzung für den effektiven Einsatz von Tablets ist ein funktionierendes WLAN. Immer wieder wird in den Studien betont, dass der Internetzugang ein wesentlicher Bestandteil der Funktionalität der Geräte ist. Erst die Verknüpfung mit dem Internet bietet die entscheidenden Möglichkeiten zur Recherche, zur Kommunikation, zur Kollaboration und zum Datenaustausch. Auch in meiner eigenen Projektbegleitung des Einsatzes von Tablets in Grundschulen und Gymnasien wurde mir diese Einschätzung immer wieder bestätigt. Ein schnelles und stabiles Internet muss unbedingt vorhanden sein.

Personal Device (1:1-Nutzung)

Obwohl viele Konzepte davon ausgehen, dass die Geräte im Unterricht den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt werden, scheint es so, als würde der Einsatz der Geräte als so genannte *personal devices* wesentlich zu ihrem Erfolg beitragen. Von ihrem Konzept her sind diese Geräte Werkzeuge, die sich beliebig an die Bedürfnisse ihrer Benutzerinnen und Benutzer anpassen lassen, dadurch erhalten sie eine gewisse Personalisierung. In den Studien wird immer wieder deutlich, dass der persönliche Besitz der Geräte, also auch die Nutzung in der Freizeit, zu ihrem Einsatz in der Schule und zum Lernen entscheidend beiträgt. Offensichtlich führt der persönliche Besitz der Geräte dazu, dass auch in der Freizeit freiwillig für die Schule gearbeitet wird und sich so die Grenzen vermischen. Das formelle Lernen wird durch das informelle Lernen ergänzt beziehungsweise abgelöst.

Elternbeteiligung

Immer wieder wird in Studien erwähnt, dass durch den Einsatz der Tablets die Eltern stärker in das Schulleben einbezogen werden. Kinder zeigen stolz ihre produzierten Ergebnisse und die erhalten die Möglichkeit, mehr Informationen über den Unterricht und den Schulalltag wahrzunehmen.

Rollenveränderungen

Eindeutig verändern sich durch den Einsatz von Tablets die Rollen von Lehrerinnen und Lehrern sowie Schülerinnen und Schülern, selbst die der Organisation Schule. Vor allem in einem zuvor sehr stark strukturierten, vororganisierten und lehrendenzentrierten Unterricht werden diese Veränderungen extrem deutlich. Die Geräte fördern das eigenständige Lernen, das Gruppenlernen sowie das eigenverantwortliche Lernen. Die Schülerinnen und Schüler erhalten durch diese Geräte eine höhere Autonomie im Unterricht. Lehrerinnen und Lehrer

erfahren, dass sie weniger steuern können und müssen und dass sich ihre Rolle zu Lernbegleiterinnen und Lernbegleitern entwickelt, dadurch können sie im Unterricht individueller auf einzelne Schülerinnen und Schüler eingehen.

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.

4.4.13 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.

4.4.14 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 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.⁶⁷

Barron und Darlington-Hammond führen verschiedene Arten des Feedbacks auf (Tabelle 8):

Tab. 8 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.

⁶⁷ <https://eduki.com/de/post/236>.

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 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; vgl. auch Bastian et al., 2007)

4.4.15 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 John Dewey zwischen Reflexivität (*reflection-on-action*) und Reflexion (*reflection-in-action*) (nach 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 Vorkenntnisse und Vorerfahrungen der Lerner, 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 & Ruf (Gallin & 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, Instagrams, 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)

4.4.16 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 Formenerfahrungen 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.

Mit Bewegungserfahrungen baut das Kind ein Gefühl für die Zeit, für Geschwindigkeiten, für Abfolgen und für Rhythmus auf. Diese Erfahrungen nützen ihm beim Erwerb der Kulturtechniken: Sprechen und Zählen bestehen aus Rhythmus und Geschwindigkeit, Wörter sind Buchstabenfolgen. In der entdeckenden und selbst gesteuerten Auseinandersetzung lernt das Kind, Fragen zu stellen, seine Phantasie zu gebrauchen, Vermutungen anzustellen, Versuche zu machen, Misserfolge weg zu stecken, Frustration auszuhalten und Probleme zu lösen. Es trainiert sein Erinnerungsvermögen und seine Handlungsplanung. Alle diese Anforderungen wird es im Schulalltag wieder antreffen.

In der handelnden Auseinandersetzung macht das Kind rasche Fortschritte, und jeder Fortschritt wird in der Regel als Erfolg wahrgenommen und stärkt das Selbstbewusstsein. Selbstbewusstsein seinerseits ist für die Bewältigung von schulischen Anforderungen wenn nicht notwendig, so doch mindestens sehr hilfreich.

Jede handelnde Auseinandersetzung ist mit Wahrnehmung verbunden. Funktionierende Sinneswahrnehmung und -verarbeitung und insbesondere die komplexe Koordination verschiedener Sinnesreize ist eine Voraussetzung für Erfahrungen, für Lernen, für Konzentration und für geistige und motorische Leistungen.

Schreiben und Stillsitzen sind in erster Linie körperliche Leistungen. Und ohne sie ist Denkarbeit nicht zu haben.

Die Hirnforschung zeigt, dass Bewegung die Hirnentwicklung auch in jenen Regionen anregt, die nichts mit Bewegung zu tun haben.

Bewegung ist ein kindliches Bedürfnis. Sehr wahrscheinlich sind also Kinder zufriedener, die sich in ihrer Schule viel – das heisst mehr als üblich – bewegen können. Eine grössere Schulzufriedenheit kann wiederum zu grösserem Schulerfolg beitragen.

Bewegung kann zur Konzentrationsförderung und zum Stressabbau beitragen, was wiederum dem Lernen und dem Schulerfolg dienlich ist.

Die handelnde Auseinandersetzung mit der Welt bietet viele Möglichkeiten, anderen Kindern zu begegnen und so soziale Kompetenzen und ein angenehmes Gruppenklima aufzubauen. Damit wird es einfacher, soziale Reibereien in der Klasse zu vermeiden oder zu bewältigen, was sich wiederum auf die Schulzufriedenheit und Lernfähigkeit der Kinder auswirkt. (Fachhochschule Nordwestschweiz, 2009, 8–9)

Zudem konnte nachgewiesen werden, dass Konzentrationsfähigkeit und Leistungen durch Bewegung verbessert werden (Wamser & Leyk, 2003; Pühse, 2004), sowie Zufriedenheit und Lernfreude von den Lernern 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.⁶⁸

4.4.17 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“ (Kultusministerkonferenz, 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

Dieser Paradigmenwechsel von behelrenden 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)

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 folgende Aufgaben für Lehrerinnen und Lehrer im 21. Jahrhundert vor:

1. A Planner for 21st Century Careers

This is the most competitive world, and there has the diverse option to choose the next career for a student. In this case, a teacher needs to become a big planner to support them according to their psychology. The future of a student will depend on 4C's (Critical thinking, Communication, Collaboration, and Creativity). It is the duty of a teacher to introduce them the mentioned terms very clearly. The students will need to try several multidisciplinary jobs. So the teachers will define

⁶⁸ Vgl. <https://www.bewegteschule.de/>; <https://www.haltungsbewegung.de>.

where they will give more importance and which skills are just for adding value or keeping as optional. Besides, if an educator can provide a proper guideline to build the career in the 21st century for the students, he will be the all-rounder in his career and life.

2. A Resource Provider

In this digital age, the internet is full of supportive resources. When a teacher teaches the students from a collaborative perspective, the students will learn more deeply if they get the resources. It can be YouTube Video Tutorial, Digital Content, eBooks or even the printing documents. If the student receives the supportive materials on how to enrich Critical thinking, Communication skills, Collaboration, and Creativity, they can lead their own future. A teacher can show the resources according to their interest. Even a teacher can't be expert on the topics, albeit he can easily point the links of the supportive materials. It will ensure better learning environments and the students will be engaged with the lesson.

3. A digital Instructor for Different Ways of Learning

Effective teachers don't limit the learning resources for the students. Correspondingly, they are the best instructor for the students. In contrast, they will create the learning materials entertaining. In the digital age, you can find a lot of resources who are teaching the course efficiently. The instructor knows how to make the meaningful learning opportunities for all students. Providing practical examples in the classroom or collaborating in a class with another teacher can also help them to learn perfectly. To emphasize, they know mixing the knowledge with an expert collaborator can make the student motivated.

4. Learning Facilitator

A digital teacher or leader in the teaching profession don't teach the students only. Also, they help their colleagues to become the supporter of technology and show them how to find the online resources and how to stay updated on their subject. They know how to enjoy the work and how to make the lesson enjoyable. That means they are the facilitator for all the students and teachers. Remember, if you can share your knowledge you will learn more deeply. Similarly, the people will love you.

5. A Technology Lover for Learning

Now, it is so tough to attract the students without the use of technology. If you don't teach the right use of technology and how to find the internet resources, they will get the evil resources. Important to realize, a teacher needs to learn how to read the psychology and what the students want. With attention to, if you can't maintain the online community with the students, you will not be able to inform the students about the world. Indeed, there has no way of the teachers to deal with the students without learning the technology and internet world. As a result, when you want to build the nation, you have to develop yourself first. Must be remembered, you have to know how the Google Advanced Search process works.

6. A digital Learner for the lifetime

Effective teachers who are the builders of a nation are the lifetime learner. To point out, they keep knowledge of the latest changes in their subject. Then again, they keep knowledge about which jobs will be available in the next decade. In addition, they learn the newest technology to help the students. To put it differently, they know how to combine the technology, pedagogy, and content which will ensure Real-World Problem Solving and cooperative learning. To summarize, a teacher needs to follow the quotes from Henry Ford.

7. A genuine predictor

The teachers of the 21st century know the importance of Acquisition-based learning and Participation-based learning. Similarly, he knows the value of engaging and working in the community. For bringing innovations in the technology sector, it is necessary to create cooperation with one another. In this case. The teachers can manage how to ensure the knowledge, skills, and attitudes. (Sadar, 2018)

Die folgende Tabelle fasst Sadars Konzept zusammen:

Tab. 9: Vergleich der Arbeitsweise von traditionellen Lehrneden und Lernenden mit denen im 21. Jahrhundert (<https://medium.com/@itsardar/changing-role-of-teachers-in-the-21st-century-5acb47a23a33>).

	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

Auch Erpenbeck und Sauter weisen auf die veränderte Rolle von 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, 2011) 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 Erprobung- 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, 2015, 110–111)

Und für Arnold wird aus der Tätigkeit des Lehrens die Tätigkeit der Lernberatung und Untersützung, wie Tabelle 10 zeigt.

Tab. 10: Rollenwandel der Lehrenden im Lernprozess (Arnold, 2012b, 48)

Lehren	Lernberatung
Auswahl und „Vermittlung“ These: „Wer über die Lerninhalte verfügt, verfügt über den Lernerfolg.“ <i>(Lehrerfixierung)</i>	Lernarrangement und Lernbegleitung These: „Wer vielfältige Anschlussmöglichkeiten schafft, erhöht die Nachhaltigkeit der Aneignung.“ <i>(Vielfalt gestalten)</i>
Implizite Defizitorientierung These: „Lernende sind unfertig, sie können zu ihrem Lernprozess noch nichts beitragen.“ <i>(„gelernte Hilflosigkeit“)</i>	Annehmende Beratung These: „Lernende sind kompetente Lerner/-innen, die wissen, wie sie ihren Lernprozess gestalten.“ <i>(Selbstlernkompetenz)</i>
Sachfixierung These: „Der Inhalt ist für alle gleich, es kommt darauf an, ihn zu didaktisieren.“ <i>(Primat des Inhalts)</i>	Emotionale Selbstreflexivität These: „Der Lernprozess verläuft stets eingebettet in und beruhend auf Lernerbiografien und Gefühlen der Selbst(un)wirksamkeit.“ <i>(Primat des Selbst)</i>
Lernverantwortung These: „Wenn die Verantwortlichkeit für den Lernprozess nicht klar geregelt ist, wird nicht gelernt.“ <i>(Entmündigung des Lerners)</i>	Pädagogik des Zulassens These: „Lernende haben stets die Verantwortung für ihren Lernprozess; die Lehrenden können lediglich Verantwortungsübernahme erschweren oder verhindern.“ <i>(Mündigkeit des Lerners)</i>
Antizipierende Planung These: „Je besser der Prozess geplant ist, desto besser gelingen die Lernprozesse.“ <i>(Planungsüberschätzung)</i>	Situative Unterrichtsplanung These: „Je offener und situativer die Prozessgestaltung ist, desto größer ist die Chance der Angepasstheit auf die Situationen der Lernenden.“ <i>(Offenheit und Flexibilität)</i>

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).

Tab. 11: 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 durchneh- men?	Lässt sich der Stoff nicht auf wenige Kernideen re- duzieren?
Grundhaltung bei der Planung einer Einführungslektion	
Wie könnte ich die Schüler für dieses Stoffgebiet motivieren?	Was fasziniert mich persönlich an diesem Stoffge- biet?
Was muss ich durchnehmen?	Was ist der Witz der Sache?
Ich muss die Schüler Schritt für Schritt vom Einfach- en 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.

4.4.18 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, 2009; Gee, 2008; Kelle, 2012; Pivec, 2004; Burmester et al., 2006)

4.5 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. Sicherlich ist besonders in den Naturwissenschaften die enorme Stofffülle und Vernetzung (Flitner, 1955) eine große Herausforderung, die Rafols et al. in ihrer Grafik verdeutlichen. Sie zeigt, dass besonders im naturwissenschaftlichen Bereich die einzelnen Disziplinen eng miteinander verbunden und verzahnt sind, was allerdings auch zunehmend für Sozial- und Geisteswissenschaften zutrifft.

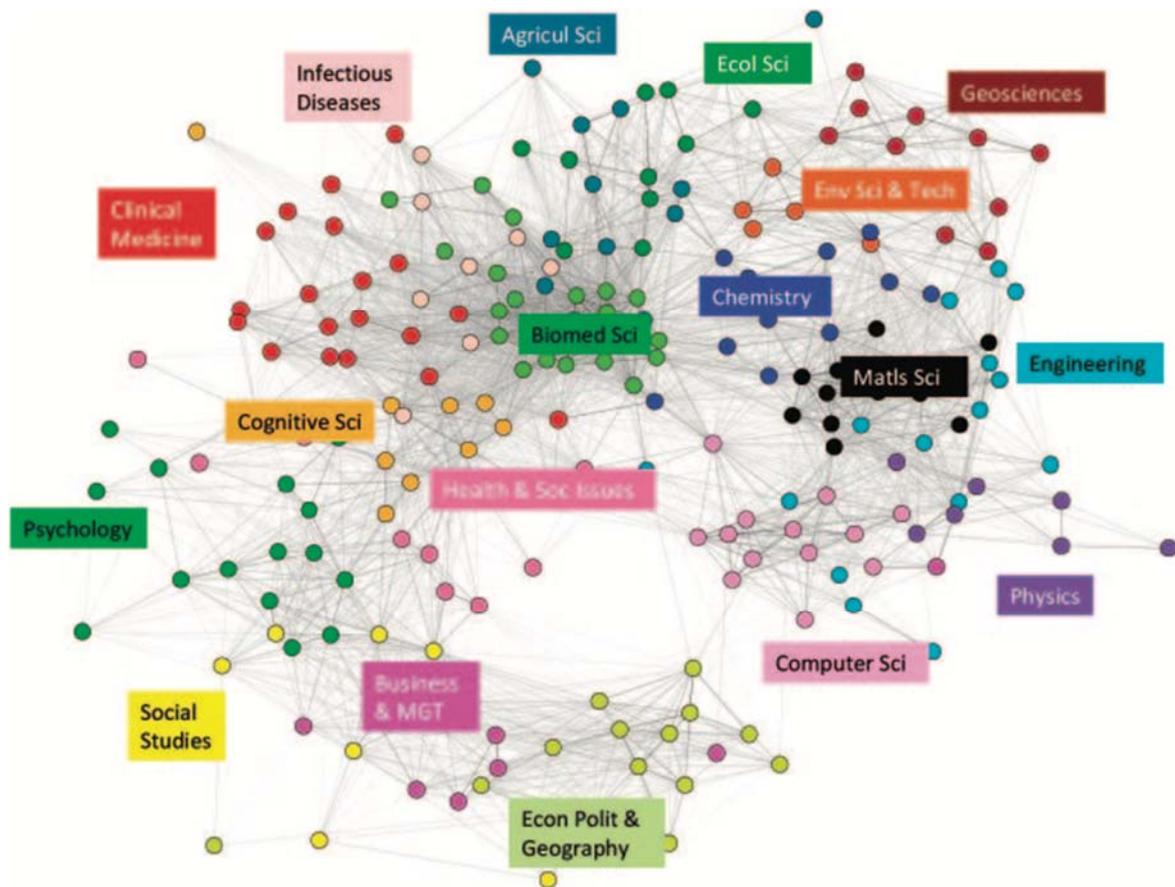


Abb. 25: Verzahnung der Wissenschaftsbereiche (Rafols et al., 2010, 1875)

Auf die zukünftig immer notwendiger werdende Vernetzung von Fächern verweist der Bildungsplan 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. (Kultusministerkonferenz, 2016, 9)

Bildung bedeutete schon für Humboldt eine souveräne Auseinandersetzung mit Herausforderungen und ein Wissen um Zusammenhänge und Zugangsformen. So empfehlen Trilling et al. diese Auseinandersetzung mit Konzepten und Metakzepten 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 anwend-

bar. 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; (ester, 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, Bialik, & Trilling, 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 Spiralcurriulums 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.

5. Grundlagen der Raumgestaltung

5.1 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 & Imhäuser, 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 Dozentinnen und Dozenten in einem Hörsaal 90 Minuten 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 auch vor dem Hintergrund des Verhältnisses von Körper und Raum verändert werden sollte.

5.2 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 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. Beim Besuch einer Schule nach der eigenen Schulzeit, zum Beispiel bei einem Klassentreffen, können oft noch visuelle, auditive und olfaktorische Reize mit Erfahrungen aus der eigenen Schulzeit verbunden werden.

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 Perspektive, 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 bzw. 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 Lehrerposition – 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 & Oberdörster, 2010, 11).

Kulturelle Praktiken und Rahmungen sowie Erfahrungsstrukturen prägen das Agieren des Körpers im physischen Raum. Dieser physische Raum kann – zu Lebzeiten – 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 Untersuchung 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 fast 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.

5.3 Der pädagogische Lehr-Lernraum

Der pädagogische Raum bzw. der Lehr-Lernraum sind idealerweise eine (didaktisch) gestaltete Lernumgebungen, die Lernen zielgerichtet unterstützen. Lernen findet immer in physischen Umgebungen statt (Stang, 2017). Der physische Lernraum, in dem Lernen stattfindet, 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 der Lehrende vermittelt.

Als physische Lernarrangements lassen sich bei einem solchen Verständnis von Lernen in der Schule klassische Klassenzimmer ausmachen, 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. Eine dieser Stellschrauben ist für das Land Baden-Württemberg der Bildungsplan.

5.4 Bildungsplan / Leitperspektiven

Der Baden-Württembergische Bildungsplan von 2016 rückte als zentrale Neuerung „fast überall die Umstellung auf eine durchgängige *Kompetenzorientierung*“ (MKJS, 2016, 4) in den Fokus. Bildungspolitisches Ziel war die Etablierung eines Zwei-Säulen-Systems im Schulkontext. Eine Säule sollte das Gymnasium. Als zweite Säule wurde ein integrativer Bildungsweg projektiert. Mit der Einführung der Gemeinschaftsschule zum Schuljahr 2012/13, die Schülerinnen und Schüler je nach individueller Leistungsvoraussetzung und Lernentwicklung auf den Hauptschulabschluss, den Realschulabschluss oder das Abitur vorbereitet, wurde zur Umsetzung dieser Strategie ein erster Schritt unternommen (MKJS, 2016, 5). Mit den Aktivitäten soll die Grundlage für individualisierte Lernangebote geschaffen werden, „die auf die unterschiedlichen Fähigkeiten und die individuellen Lern- und Leistungsentwicklungen der Schülerinnen und Schüler eingehen sollen“ (MKJS, 2016, 6). Gerahmt sind die konzeptionellen Überlegungen durch zentrale Leitperspektiven:

a) Allgemeine Leitperspektiven

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) im Sinne der Befähigung zur verantwortungsvollen und aktiven Gestaltung einer zukunftsfähigen Welt;

Bildung für Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt (BTV) im Sinne der Befähigung zu Toleranz und Akzeptanz von sowie zu diskriminierungsfreiem Umgang mit Vielfalt in personaler, religiöser, geschlechtlicher, kultureller, ethnischer und sozialer Hinsicht;

Prävention und Gesundheitsförderung (PG) im Sinne einer Stärkung der Persönlichkeit durch die Förderung eines sozial kompetenten und gesundheitsbewussten Umgangs mit sich selbst und anderen.

b) Themenspezifische Leitperspektiven

Berufliche Orientierung (BO) im Sinne einer Unterstützung und Vorbereitung von tragfähigen, begabungs- und entwicklungsgerechten Entscheidungen und Weichenstellungen für kommende Berufswege sowie für lebenslanges Lernen;

Medienbildung (MB) im Sinne der Befähigung, Medien sinnvoll auszuwählen, das Medienangebot kritisch zu reflektieren, die Medien verantwortlich zu nutzen sowie die eigene mediale Präsenz selbstbestimmt zu gestalten;

Verbraucherbildung (VB) im Sinne einer Reflexion und Entwicklung eines verantwortungsbewussten Konsumentenverhaltens. (MKJS, 2016, 8)

Dabei geht es darum, mit dieser Orientierung auf die gesellschaftlichen Herausforderungen Antworten im Bildungssystem geben zu können.

Die Leitperspektiven sind also in ihrer Gesamtheit und ihrem Zusammenspiel zu verstehen als zeitgemäße Auslegung solcher normativen Grundlagen, eine Auslegung, die jede Generation angesichts wechselnder Gegenwarts- und Zukunftsaufgaben von Neuem leisten muss. Dabei gilt es, Aspekte der Persönlichkeitsbildung und -stärkung, der Bildung zur Gemeinschafts- und Teilhabefähigkeit in einer zunehmend pluralen Gesellschaft sowie die Sensibilisierung für den globalen Kontext des Alltagshandelns in ihrem komplexen wechselseitigen Bedingungsgefüge zu sehen. Zu den prominentesten Herausforderungen zählen die Überlebensfrage angesichts der Begrenztheit eigener und natürlicher Ressourcen (Nachhaltigkeit), die Orientierungsfähigkeit, Verantwortungsübernahme und Konfliktfähigkeit angesichts konkurrierender Geltungsansprüche in der modernen Gesellschaft (Pluralitätsfähigkeit) sowie die Frage nach einem achtsamen Umgang mit eigenen psychischen und physischen Möglichkeiten und Grenzen (Resilienz) sowie denen des Anderen (Empathie). Hinzu kommen die Herausforderungen etwa in Gestalt einer sich rasant verändernden Berufs- und Arbeitswelt, der Digitalisierung sowie der Ökonomisierung. (MKJS, 2016, 6)

Vor dem Hintergrund dieser ganzheitlichen Betrachtung verwundert es, dass der Bildungsplan ausschließlich lehrplanorientiert ist – auch wenn hier der Zugang der Kompetenzorientierung als Fortschritt zu betrachten ist. Doch zeigt die lehrplanorientierte Ausrichtung auch die Engführung:

Ein wichtiger Bestandteil des Konzepts ist es, den Schulen neben der Begleitung durch Fachberaterinnen und Fachberater sowie Fortbildungen auch Beispielcurricula, Kompetenzraster, Lernwegelisten und exemplarische Lernmaterialien anzubieten, um dadurch die beabsichtigten Entwicklungsprozesse im Unterricht zu unterstützen. (MKJS, 2016, 15)

Im Bildungsplan gibt es keinerlei Hinweise darauf, in welchen Lernumgebungen dies stattfinden soll. Unter der Perspektive, dass Lerninhalte genauso wichtig für das Lernen sind wie Lernumgebungen, erstaunt es, dass die die Gestaltung von Lehr-Lernumgebungen nicht thematisiert wird. Zwar liegt letztendlich die Gestaltung des Unterrichts und damit das didaktisch-methodische Setting in der Verantwortung der Lehrerinnen und Lehrer, doch genauso wie Vorgaben bezogen auf die inhaltlichen Kontexte in Form von Lehrplänen beziehungsweise Bildungsplänen gemacht werden können, müssten auch Rahmenbedingungen für Lernsettings als Orientierung zur Verfügung gestellt werden. Mit Frontalunterricht und Klausurprüfungen wird sich eine Kompetenzorientierung in der Schule nicht umsetzen lassen.

Dabei zeigte sich, dass zum Beispiel die Etablierung der Gemeinschaftsschule nicht nur zu innovativen Konzepten der Lehr-Lernkonzeption und -organisation, sondern auch zur Neugestaltung von Lehr-Lernräumen führte. So erforderte zum Beispiel an der Alemannenschule Wutöschingen ein neues Lehr-Lernkonzept auch neue Lehr-Lernräume. Im Fokus steht dort das Wohlbefinden der Schülerinnen und Schülern als Ausgangspunkt für die Gestaltung von Lernprozessen (Schöler & Schabinger, 2017). Dieses Konzept hat auch Auswirkungen auf die Gestaltung der Schulräume. Dort wurden herkömmliche Klassenzimmer zugunsten von Lernateliers, die den unterschiedlichen Lernanforderungen gerecht werden (Individualarbeit, Gruppenarbeit, Beratung, Üben etc.), aufgelöst (Ruppaner & Schöler, 2017). Durch die Erweiterung dieser Raumarrangements in den digitalen Raum werden didaktisch veränderte Strukturen hin zur Selbstorganisation des Lernens durch die Schülerinnen und Schüler unter Begleitung von Lehrenden, die nun Lernbegleiterinnen und Lernbegleiter sind, ermöglicht. Im Mittelpunkt von Lehr-Lernprozessen stehen dabei Kommunikation und Begegnung nicht Inhaltsvermittlung in Form von Frontalunterricht. Um den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden, werden physische und digitale Raumkonzepte an die jeweiligen Bedarfe angepasst. Allerdings ist dabei der physische Raum noch immer der zentrale Ort der sozialen Vergemeinschaftung und Interaktion.

Wie solche Entwicklungen in den letzten Jahren in der *Lernwelt Schule* in den Blick genommen wurden, zeigt sich unter anderem an den Überlegungen in Richtung einer *fraktalen Schularchitektur* – die schon lange vorliegen –, um eine zunehmende Flexibilität von Lernsettings zu ermöglichen. Im Zentrum steht dabei die flexible und kommunikative Anordnung von Tischen, um Schülerinnen und Schülern schnell zu ermöglichen, aus einer Frontalunterrichtssituation in Team- und Kleingruppenarbeitsmodus zu wechseln (Buddensiek, 2009, 320–324).

Für die Gestaltung veränderter Lehr-Lernräume, die sich an unterschiedlichen didaktisch-methodischen Konzepten anpassen lassen, bedarf es eines Blicks auf die Frage der Zonierung der Lehr-Lernflächen.

5.5 Zonierung (Learning Zone – Teaching Zone)

Für eine veränderte Gestaltung von Lehr-Lernflächen ist es wichtig, sich die Raumsituation im pädagogischen Alltag und bezogen auf Schule genauer anzuschauen. Lernumgebungen werden sowohl durch die Gestaltung, Möblierung und Raumorganisation, als auch durch das Agieren und (Sich-)Positionieren der Lehrenden und Lernenden im Raum konstituiert. So skizzieren Kraus und Meyer die verschiedenen Dimensionen des Lehr-Lernraumes unter der Perspektive der „Arena der Vermittlung“ (Kraus & Meyer 2015), in der eine spezifische soziale Welt entsteht, in der Lehrende und Lernende im Rahmen der Raumgestaltung miteinander agieren. Kraus und Meyer machen deutlich, wie unterschiedliche Lernarrangements die Lehr-Lernoptionen beeinflussen. Die räumliche Konstitution einer *teaching zone* (Areal der Lehrenden) und einer *learning zone* (Areal der Lernenden) bestimmt den Lehr-Lernprozess entscheidend mit (Kraus 2015, 28). So macht es einen Unterschied, ob in einem Lernarrangement die Tische in Reihenordnung, U-Form oder Carréform angeordnet sind oder auf Tische ganz verzichtet und in einem Stuhlkreis gearbeitet wird. In der Regel finden sich in Schulen die Reihenordnung, U-Form oder Carréform mit einer Ausrichtung zu den Lehrenden hin, in deren *teaching zone* sich dann auch die medialen Präsentationsoptionen befinden. Mit einer solchen Raumkonstellation werden die Rollen auch klar zugewiesen: Es gibt diejenigen, die den Input geben, und diejenigen, die den Input aufnehmen und gegebenenfalls noch diskutieren. Für die Integration von Gruppenarbeit in das didaktisch-methodische Setting sind diese klassischen Raumkonstellationen nur bedingt geeignet. Vielmehr bedarf es einer Raumkonstellation, die flexibel an jeweilige didaktisch-methodische Settings angepasst werden können.

5.6 Dimensionen (Flexibilität, Multioptionalität)

Die Anforderungen an die Gestaltung von Lernräumen – sowohl von Klassenräumen als auch von Lernzonen – sind unter der Perspektive der *Kompetenzorientierung* vielfältig. Verschiedene Lernzugänge auf Seiten der Lernenden und unterschiedliche Lehrmethoden auf Seiten der Lehrenden erfordert die Schaffung von flexiblen Optionsräumen für das Lernen. Peschl und Fundneider (2012) sprechen in diesem Zusammenhang von *Enabling Spaces*:

Enabling Spaces dürfen nicht nur als ‚Möglichkeitsräume‘, sondern müssen als ‚Ermöglichungsräume‘ verstanden werden; d.h., sie bieten Rand-/Rahmenbedingungen, die Prozesse der Innovation, des individuellen und kollaborativen Lernens und der Wissensgenerierung ermöglichen und unterstützen, diese aber nicht explizit und mechanistisch vorgeben. (Peschl & Fundneider, 2012, 75, H. i. O.).

Diese Ermöglichungsräume, die Freiräume zum Lernen eröffnen, müssen nicht nur raumgestalterisch, sondern auch pädagogisch gestaltet werden. Dies gilt dann auch für die Verwendung digitaler Medien. Der Ersatz der Tafel durch ein interaktives Whiteboard oder einen Touchscreen, oder der Ersatz von klassischen Lernmaterialien durch den Einsatz mobiler

Tablets ergibt eben nur dann Sinn, wenn diese auch in ein verändertes pädagogisches Konzept integriert werden. Dieser Wechselwirkung zwischen Raumkonzepten und Lernmittelkonzepten auf der einen Seite und pädagogischen Konzepten auf der anderen Seite kommt eine zentrale Bedeutung bei der Gestaltung von Räumen zu:

Konzepte einer Disziplinar- und Formationspädagogik manifestieren sich in einer räumlichen Ordnung, in der Gestaltungsprinzipien des Rasters und der Mitte dominieren. So präferieren diese Gestaltungsprinzipien eine disziplinierende Kontrolle und Steuerung pädagogischer Handlungsabläufe, die zwar ihre Standardisierung ermöglichen, aber auch zur Deprofessionalisierung dieser Praxis beitragen. (Böhme, 2012, 228)

Deshalb gilt es, „pädagogische Architekturen als Netzwerk- und Verknüpfungsräume zu konzipieren, die Raumsegmente mit unterschiedlichen Formprinzipien in ein Verhältnis setzen“ (Böhme, 2012, 229).

Wenn die Schule vom Haus der Belehrung zum Haus des Lernens entwickelt werden soll (Doberer, 2008), dann müssen multioptionale Raumkonzepte entwickelt werden (Stang, 2014). Ein Aspekt der Gestaltung solcher Raumkonzepte ist, dass die Hierarchisierung von Tischanordnungen im Sinne eines „vorne“ und „hinten“, man könnte auch sagen „oben“ und „unten“, hinterfragt wird. Wichtig wird es, die Räume so zu kontextualisieren, dass in jeder Phase des Unterrichts – wenn es den klassischen Unterricht noch gibt – die Möglichkeit besteht, ohne große Veränderungen im Raum den Lehr- und Lernmodus zu verändern. Dies trägt den Anforderungen Rechnung, die Burgdorff und Imhäuser wie folgt formulieren:

Erfolgreiches und nachhaltiges Lernen braucht also variable und individuelle wählbare Zugänge. Es benötigt die Kombination und den Wechsel von konstruktiven und instruktiven Phasen des Lernens und Lehrens, des selbstverantworteten Aneignens von Wissen und der Vermittlung. (Burgdorff & Imhäuser, 2012, 234).

Flexible Lernoptionen für Schülerinnen und Schüler zu schaffen, verändert die Rolle der Lehrenden. Sie stehen nicht mehr als Wissensvermittlerinnen und Wissensvermittler im Mittelpunkt, sie werden zu Lernbegleiterinnen und Lernbegleitern, die sich darauf fokussieren, die Lernprozesse der Lernenden und deren Selbststeuerung des Lernprozesses zu unterstützen. Dies ist unter der Raumperspektive kein triviales Unterfangen, da die unterschiedlichen Lernzugänge komplexe Anforderungen an die Lernraumgestaltung stellen. Die Organisation des Raumes wird zur pädagogischen Aufgabe wie die Gestaltung von Lehr-Lernmaterialien. Dazu bedarf es allerdings einer flexiblen Möblierung die multioptional eingesetzt werden kann. Raumgestaltung muss auf vielfältige Anforderungen reagieren können. Deshalb ist es wichtig, die unterschiedlichen Funktionen der Raumgestaltung im Blick zu haben.

6. 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 Optimale 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: Ganztagschule 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.

6.1 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. Es verwundert nicht, dass gerade bei älteren Schülerinnen und Schülern die außerunterrichtliche Kommunikation oft außerhalb des Schulgeländes stattfindet. Die Schule wird nicht als Kommunikationsraum wahrgenommen.

6.2 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 und learning zone aufgelöst werden. Projektorientiertes Lehren und Lernen kann den Rahmen für Überraschendes schaffen. Dies bedarf intensiver didaktisch-methodischer Planung, wenn alle Schülerinnen und Schüler – auch die lernschwächeren – mitgenommen werden sollen. Doch ist es kein großes Problem, aus einem Klassenraum einen Projektraum zu machen.

6.3 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, wie Wahl feststellt:

Exakte Werte für die Aufmerksamkeitsspannen in Plenumsphasen bei Primar- und Sekundarschülern sind bisher noch nicht empirisch ermittelt worden, aber sie dürften nicht weit über 8 bis 12 Minuten hinausgehen. [...] Spätestens nach diesem Zeitraum sollten die Lernenden die Gelegenheit erhalten, das Gesehene und Gehörte in ihre höchst individuellen subjektiven Strukturen zu integrieren. Weil es sich hier um ganz persönliche Aneignungs- und Verstehensprozesse handelt, kommen als Sozialformen vor allem Einzelarbeit und Partnerarbeit in Frage sowie unter gewissen Voraussetzungen auch kleine Gruppen. (Wahl, 2020, 16)

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

6.4 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.

Bei heutigem Stand der Technik (4K /Ultra HD) genügen für einen Klassenraum interaktive Displays, die vielfältig und mobil eingesetzt werden können. Beamer sind eigentlich nur noch in großen Räumen, wie zum Beispiel einer Aula, sinnvoll.

6.5 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.

6.6 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 Ruhezone gestaltet werden, die mit unterschiedlichen Möbeln und Einrichtungsgegenständen wie Sofas, Highbacks, Sitzsäcken etc. gestaltet werden können.

Bei Schulkonzepten wie zum Beispiel bei der Alemannenschule Wutöschingen werden für die Schülerinnen und Schüler Einzelarbeitsplätze zur Verfügung gestellt und für die Inputphasen und Gruppenarbeitsphasen gibt es separate Räume beziehungsweise Areale. Damit können Ruhezone und Aktivitätszone sehr gut voneinander getrennt werden.

6.7 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.

Auch hier ist letztendlich das didaktisch-methodische Konzept der Schule von zentraler Bedeutung. In einer klassischen Flurschule, in der oft in den Fluren aus Brandschutzgründen keine Möbel positioniert werden können, ist dies deutlich schwieriger zu realisieren als in einer Schule, die mit offen Raumkonzepten arbeitet.

6.8 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 Entspannungsinseln gestaltet werden können. Dies könnten zum Beispiel auch Sitzsäcke im Klassenzimmern sein. Doch auch eine Aula könnte als Entspannungslandschaft gestaltet werden.

Jede Schule hat ihre individuelle Struktur, so dass es hier keine Patentrezepte gibt. Das Umfeld der Schule spielt für die Schülerinnen und Schüler oft eine wichtige Rolle. Das heißt, die Schule sollte dieses Umfeld aktiv in die Planung von solchen Arealen einbeziehen. Damit könnte sie sich auch besser zur Stadt oder Gemeinde hin öffnen. Schule sollte insgesamt überlegen, wie sie als Teil der Kommunalgesellschaft mit anderen kooperiert, um die Vielfalt an Lernräumen zu erweitern, so wie zum Beispiel an der Alemannenschule in Wutöschingen, in der Unterricht auch im Rathaus, in einer Kirche oder an öffentlichen Plätzen stattfindet. Dies generiert zwar einen höheren Zeitaufwand, ist aber aus pädagogischen Gründen keine schlechte Option.

6.9 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 „sitzenden 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.

Dass nun nicht jedem Bewegungsbedürfnis Rechnung getragen werden kann, liegt auf der Hand. Doch stellt sich die Frage, wie in das normale Unterrichtsgeschehen Bewegung integriert werden kann. Hier können durch eine spezifische didaktisch-methodische Gestaltung des Unterrichts Bewegungsphasen eingebaut werden. Dazu bedarf es dann aber auch einer flexiblen Möblierung im Klassenraum beziehungsweise in der gesamten Schule. Insgesamt bedarf es einer bewegungsorientierten Schulentwicklung, die auch die Räume einbezieht (Laging, 2017).

6.10 Spiel

Spielen gehört 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.

Ziel von Gamification im Unterricht ist es, das Lernen nicht mehr als verpflichtende Wissensvermittlung von außen zu gestalten, wie im klassischen Frontalunterricht. Der Wissenserwerb von Schüler*innen soll durch eigene Interaktion mit Unterrichtsinhalten erfolgen. Das selbstständige Sammeln von Erkenntnissen steht dabei im Vordergrund. Die intensive Auseinandersetzung mit einer Aktivität wird von Csikszentmihalyi als „Flow-Erlebnis“ bezeichnet. Demnach wird ein Flow-Zustand erreicht, indem Fähigkeit und Herausforderung im Gleichgewicht stehen. Sind Aufgaben zu einfach gestaltet, entsteht Langeweile und Unterforderung. Bei zu schwierigen Aufgaben fühlen sich die Lernenden überfordert und frustriert. Gamification zielt in erster Linie auf eine Verhaltensänderung und Steigerung der Motivation bei den Lernenden. In spieltypischen Vorgängen sollen komplexe Aufgaben individuell oder kollaborativ gelöst werden. Während die Lernenden in eine spielerische Erfahrung eintauchen, stärken sie ihre Selbstständigkeit. Das Ziel ist, verschiedene Formen des Lernens zu fördern. (Hössle & Speckert, 2021, 38–40. H.i.O.)

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.

6.11 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.

7. Elemente der Raumgestaltung

7.1 Strukturierung

Wenn aus der Schule ein flexibler Lernort werden soll, der den verschiedenen Interessen von Lehrerinnen und Lehrern, von Schülerinnen und Schülern oder von sonstige Akteurinnen und Akteure der Schule Rechnung trägt, bedarf es grundlegender konzeptioneller Überlegungen. Die Montag Stiftung macht deutlich, dass das *Separationsmodell* und das *Integrationsmodell* auch Auswirkungen auf die Raumgestaltung haben (Montag Stiftung, 2012, 92). Während sich das Separationsmodell darauf stützt, dass zumindest die Rhythmisierung des Vormittags, die Trennung der Territorien der Lehrerinnen und Lehrer sowie der Schülerinnen und Schüler sowie die Differenzierung der Schülerinnen und Schüler in Gruppen beibehalten wird, setzt das Integrationsmodell auf Klassen- und Lerngruppen (jahrgangsweise oder Jahrgangsübergreifend), die sich in einer differenzierten Raumstruktur (Unterrichtsareale, Aufenthaltsbereiche, Gruppenbereich, Entspannungsbereiche etc.) gemeinsam bewegen und in der Übergänge zwischen den Aktivitäten und Arealen fließend sind (Montag Stiftung, 2012, 92–93).

Die Potenziale von Clustern im Integrationsmodell werden folgendermaßen beschrieben:

- Der Cluster ermöglicht es, im unmittelbaren Unterrichtsumfeld unterschiedliche Raumsituationen anzubieten – sie bieten Enge und Weite, Introvertiertheit und Offenheit, Individualität und Gemeinschaft. Verbundstrukturen sind aufgrund der Raumvarianz in hohem Maße an veränderte Anforderungen anpassbar. Die Kombinationsmöglichkeiten sind umfangreich. Diese Anpassungsfähigkeit ist besonders relevant, da heute nicht exakt absehbar ist, was morgen für eine zeitgemäße Pädagogik erforderlich sein wird.
- Der räumliche Verbund als Jahrgangcluster gewährleistet eine hohe Flexibilität und fördert Kommunikation und Austausch im Alltag. Einsehbare Gruppenräume, flexibel nutzbare Aufenthaltsbereiche und Erschließungsflächen. Fensternischen. Balkone etc. erweitern das Raumangebot vor allem für die Phasen, in denen der Unterricht in Einzel- oder Kleingruppenarbeit aufgelöst wird.
- Durch den Verbund ist eine nennenswerte Erhöhung der verfügbaren Fläche pro Schüler/in im Unterrichtsbereich möglich. Aktuelle Musterraumprogramme (zum Beispiel Stadt Köln) sehen bis zu 4 Quadratmeter Nutzfläche pro Schüler/in im Unterrichtsbereich vor, wenn die Erschließungsfläche intelligent als zusätzliche räumliche Ressource einbezogen wird.
- Der Cluster ermöglicht eine direkte räumliche Einbindung und Aufwertung der Erschließungsflächen. Die klare Zuordnung schafft Verantwortlichkeit für die Flächen. In den Übergangsbereichen zwischen den Räumen bilden sich informelle Kommunikationsnischen. Als funktional unterbestimmte „Zwischenräume“ stellen die Flure eine wichtige räumliche Ressource dar: Sie können freier gestaltet und genutzt werden als die funktional klar ausgewiesenen Räume. Voraussetzung dafür ist eine intelligente Brandschutzlösung.
- Fazit: Wenn ein Zusammenschluss von Unterrichtsflächen, Differenzierungsbereichen, Ganztagsaufenthaltszonen, Erschließungsflächen, Lehrerstützpunkt und Sanitärbereich pädagogisch gewollt ist, schafft das Clustermodell sinnvolle räumliche Bezüge, weitreichende Flexibilität und Synergien. (Montag Stiftung, 2012, 93–94).

Die Cluster lassen sich unterschiedlich definieren. Folgende Modelle sieht die Montag Stiftung:

- *Klassen-Clusterschulen*, in denen zwei bis sechs Klassenräume in Sichtverbindung um ein gemeinsames Zentrum organisiert sind, in dem dann andere Funktionen für zum Beispiel Kleingruppenarbeit integriert sind,
- *Lerngruppen-Clusterschulen*, in denen Gruppen von 60 bis 120 Schülerinnen und Schüler zusammengefasst werden, die dann in Lerngruppen aufgeteilt werden, die in Gruppenlernarealen arbeiten, wobei die Gruppenaufteilung nach Fächern, Kompetenzstufen oder auch in fächerübergreifenden Projekten realisiert wird,
- *Raumzonen-Schulen*, in denen die Flächen zониert sind, die von Themen- und Projektgruppen je nach Bedarf genutzt werden,
- *Offenflächige Schulen*, in denen ein Open Space-Konzept realisiert wird, in dem mit flexiblen Raumtrennern und mobilen Möbeln Zonierungen je nach Bedarf immer wieder neugestaltet und an die Anforderungen angepasst werden können. (Montag Stiftung, 2012, 95)

Solche Konzepte lassen sich im Normalfall nur bei Neubauten realisieren. Man könnte an dieser Stelle die Vorteile dieser Konzepte weiter ausführen – auch gerade im Hinblick auf die Lern- und Lehrperspektiven, die in Kapitel 2 dieses Gutachten aufgezeigt wurden –, doch dient das Gutachten auch dazu, aufzuzeigen, welche Optionen für veränderte Lehr und Lernformen auch durch eine Raumorganisation in vorhandenen Gebäuden realisiert werden können. Deshalb erscheint es sinnvoll, sich zunächst einmal einen klassischen Klassenraum anzuschauen und aufzuzeigen, was dort mit einer flexiblen Möblierung realisiert werden kann.

Ein Klassenraum soll durch eine große Flexibilität bezogen auf die didaktisch-methodischen Settings gekennzeichnet sein, das heißt, dass von der Präsentation bis hin zu Beratungssettings alles in kurzer Zeit verändert werden kann. Um eine möglichst flexible Struktur zu erhalten wird dabei auf Einzeltische gesetzt. Außerdem soll ein mobiles, interaktives Display die Präsentationsfläche ebenfalls flexibilisieren. Dadurch wird es möglich, verschiedene Grundformen an didaktischen Settings zu gestalten. Die im Folgenden aufgezeigten Grundformen der Raumorganisation – von jeweils dem gleichen Set an Möbeln und Technik – zeigen, wie mit denselben Möbeln sehr unterschiedliche *Lehr-Lernarrangements* gestaltet werden können. Letztendlich kommt es auf das didaktische Konzept an, wie das Arrangement gestaltet wird. Wesentliche Voraussetzung für eine flexible Raumorganisation ist allerdings, dass Möbel und Technik möglichst flexibel und leicht handhabbar sind. Diese Grundformen bilden nur eine Orientierung und entsprechen nicht einem Standard-Schulraum. Doch lassen sich diese Grundformen in jedem Raum realisieren.

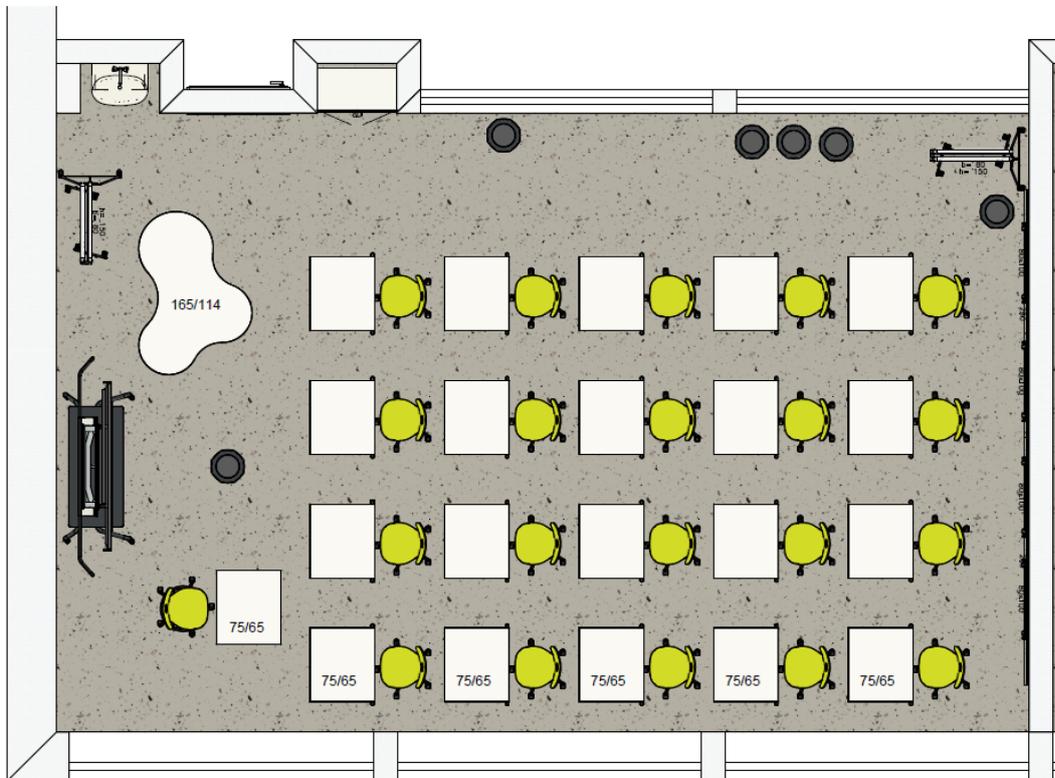


Abb. 26: Grundform Frontal (Grafik: Vereinigte Spezialmöbelfabriken)

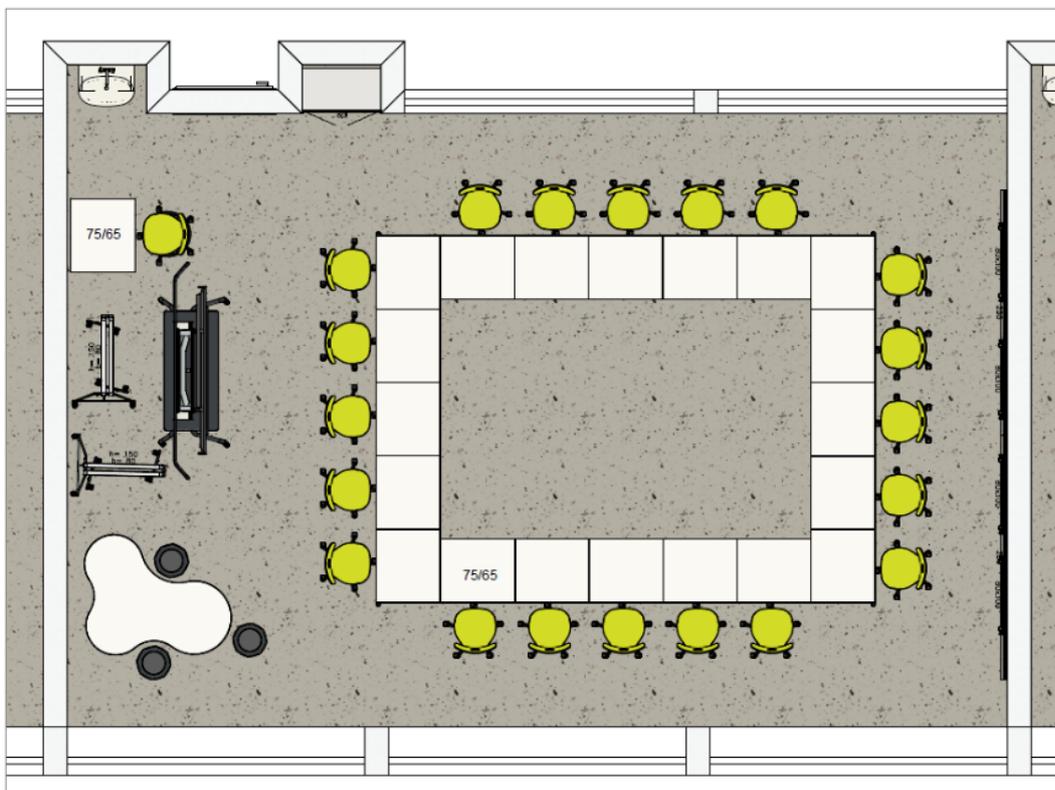


Abb. 27: Grundform Carré (Grafik: Vereinigte Spezialmöbelfabriken)

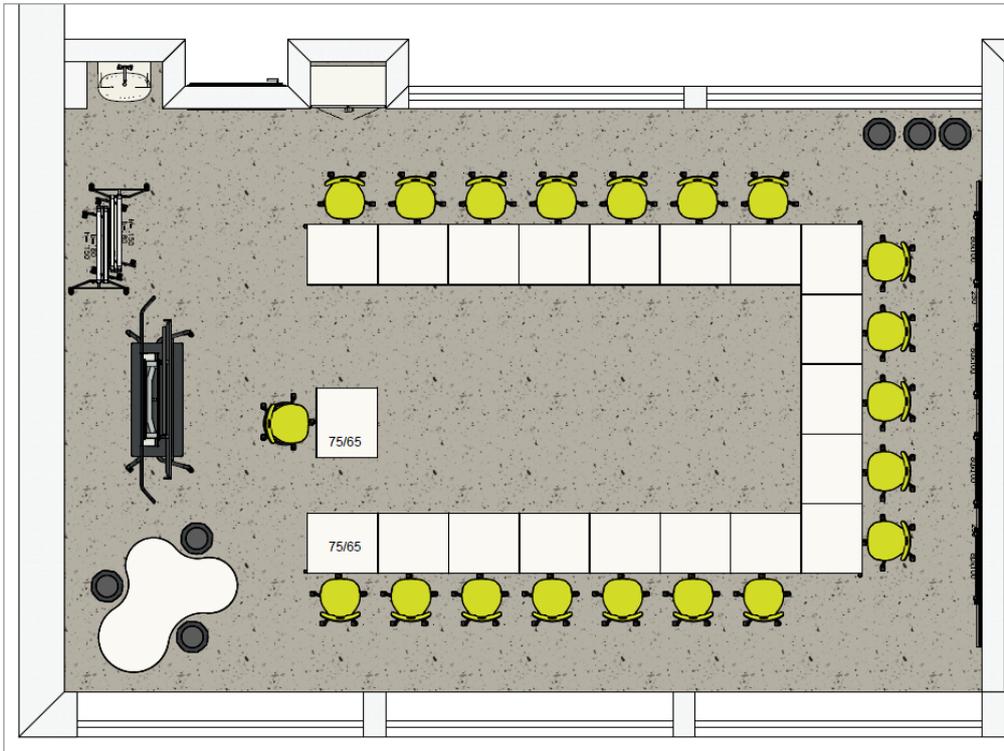


Abb. 28: Grundform U (Grafik: Vereinigte Spezialmöbelfabriken)

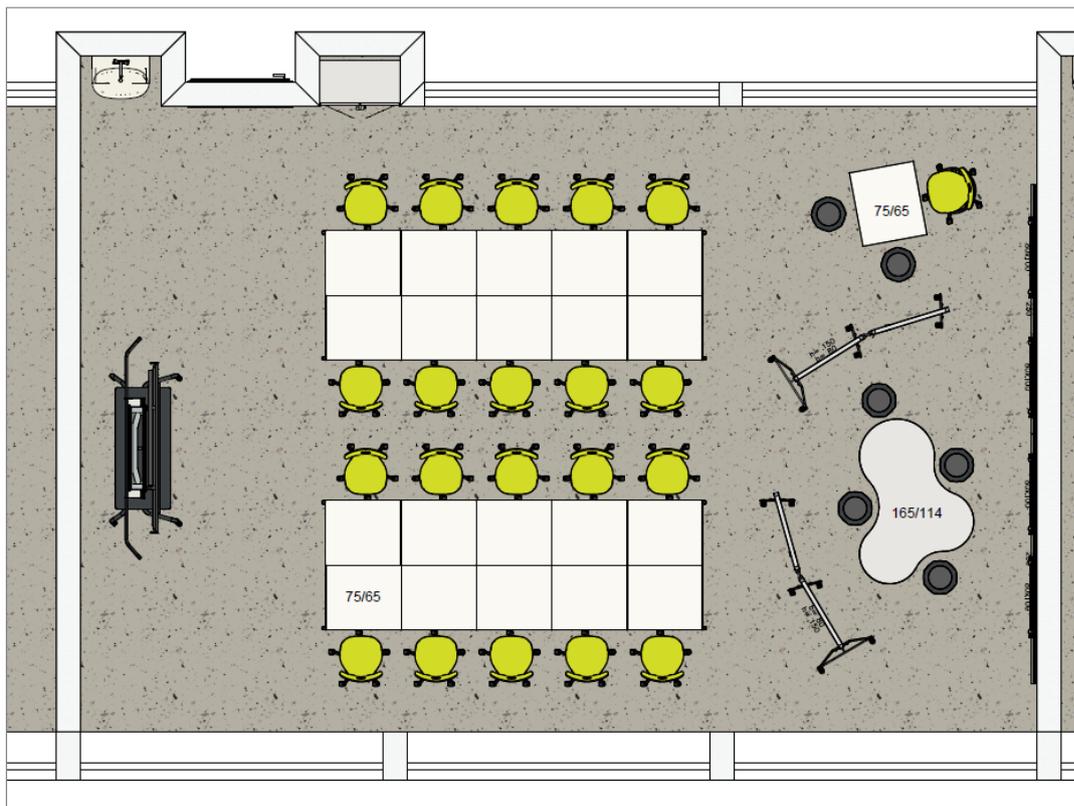


Abb. 29: Grundform Großgruppen (Grafik: Vereinigte Spezialmöbelfabriken)

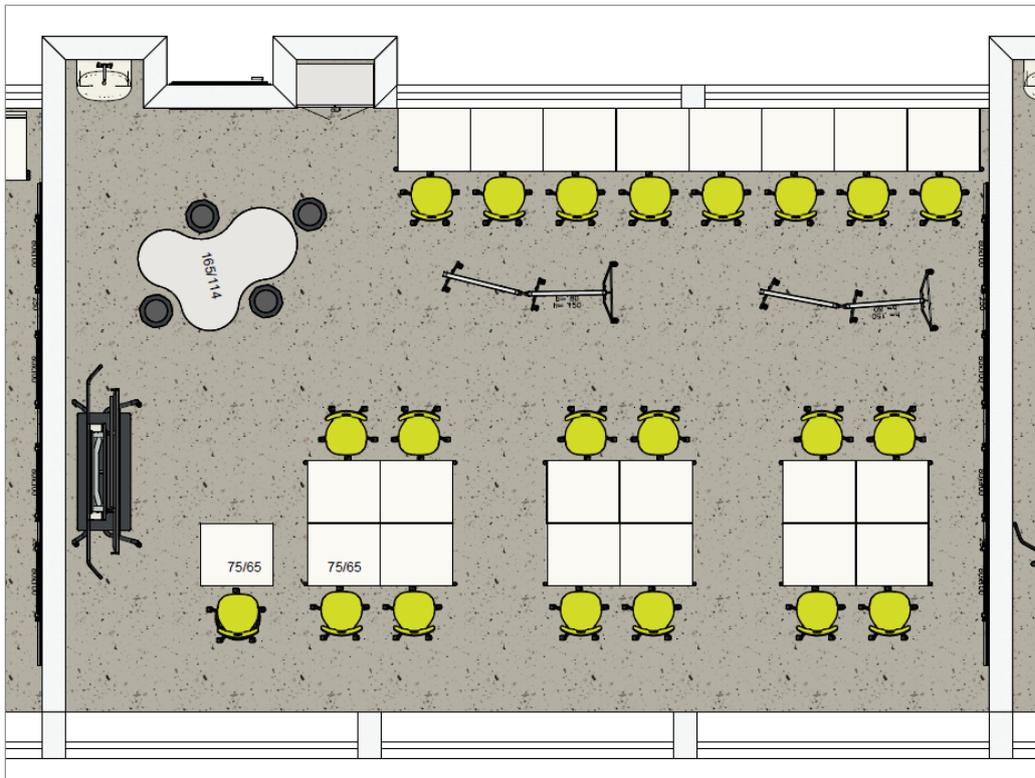


Abb. 30: Einzel- und Gruppenarbeit (Grafik: Vereinigte Spezialmöbelfabriken)

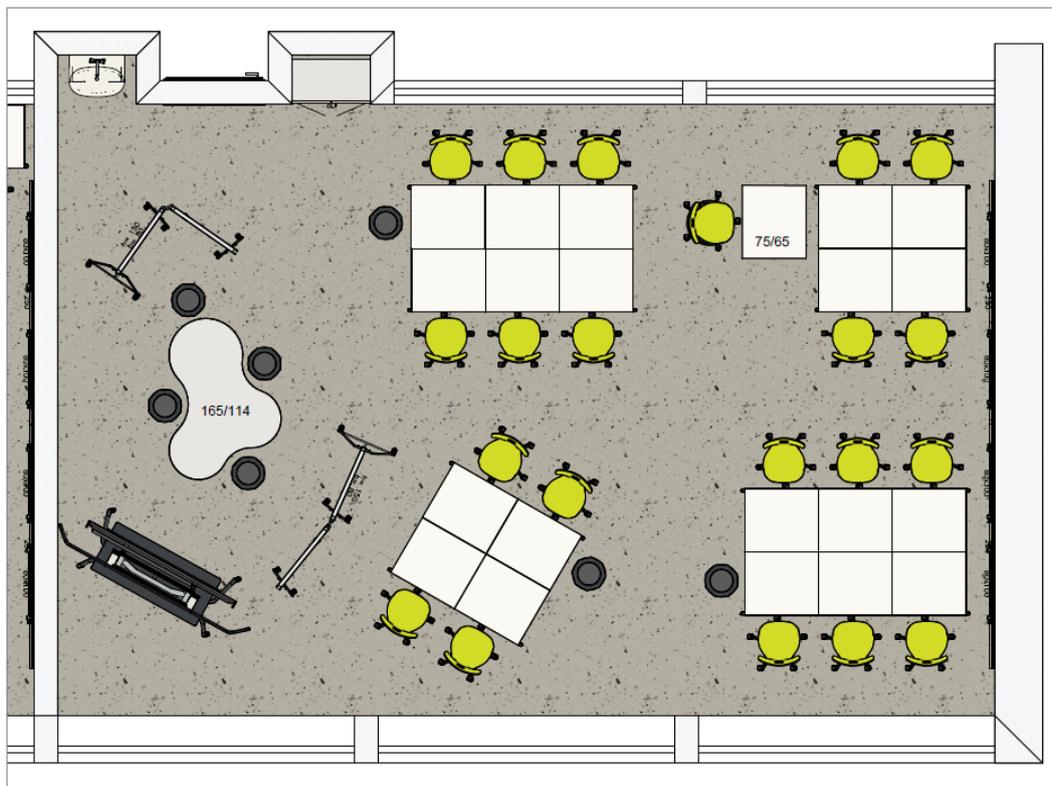


Abb. 31: Grundform Gruppenarbeit (Grafik: Vereinigte Spezialmöbelfabriken)

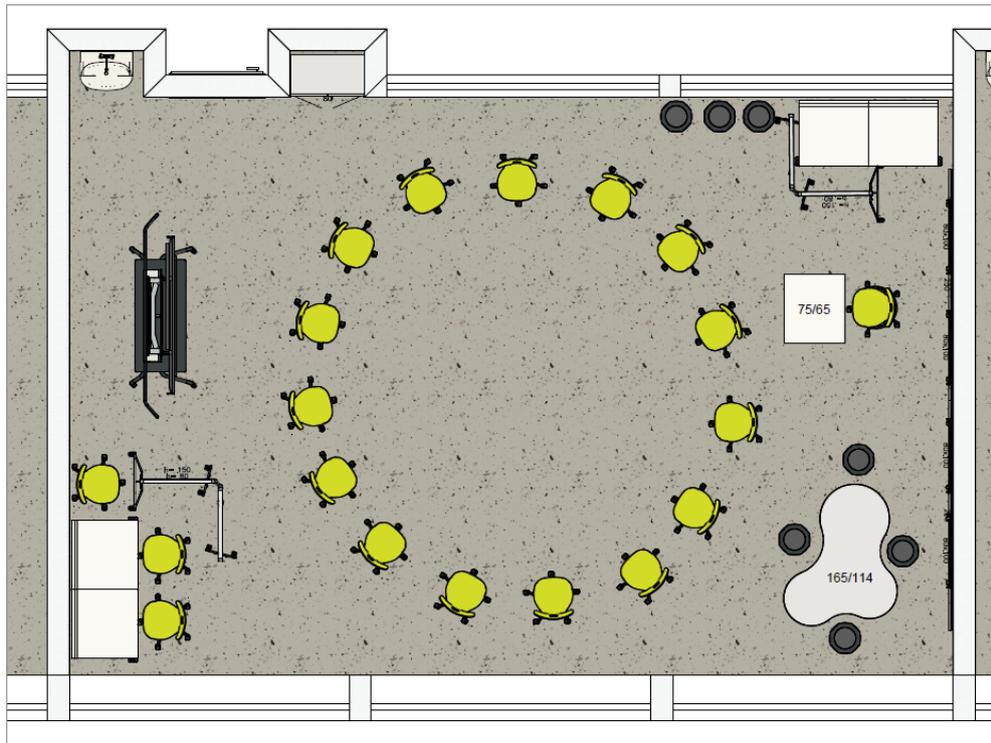


Abb. 32: Grundform Stuhlkreis (Grafik: Vereinigte Spezialmöbelfabriken)

Die hier aufgezeigten Szenarien lassen sich auch noch durch Beratungsszenarien ergänzen. Wenn in einem solchen Raum kein Unterricht stattfindet, könnte er zum Beispiel im Rahmen der Ganztagschule auch für die Arbeit von Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeiten geöffnet werden, z.B. als Gruppen- oder Stillarbeitsraum. Der Vorteil würde darin liegen, dass der Raum an die Bedarfe angepasst werden kann. So könnte der Raum je nach Bedarf genutzt werden. Dazu bedarf es allerdings einer flexiblen Möblierung.

7.2 Möblierung

Um Räume flexibel zu nutzen, bedarf es einer Möblierung, die leicht zu verändern ist. Das bedeutet, dass die Tische nicht schwer sind beziehungsweise über Rollen verfügen. Um eine möglichst hohe Flexibilität zu gewährleisten, bietet es sich an, mit *Einzeltischen* zu planen. Gerade die Schulsituation in der COVID-19-Pandemie hat deutlich gemacht, wie wichtig es ist, bei Bedarf Abstände einrichten zu können. Aber nicht nur in dieser besonderen Situation sind Einzeltische von Vorteil, sondern auch, wenn man unterschiedliche Lehr-Lernsettings gestalten möchte und schnell von Inputphasen in Gruppenarbeitsphasen switchen möchte.

Ergänzend können höhenverstellbare, runde *Teamtische* ergänzt werden, um auch Gruppenarbeit im Stehen realisieren zu können. Damit kann dann auch dem Bedarf nach Bewegungsveränderung Rechnung getragen werden. Hier ist natürlich die jeweilige Raumsituation zu betrachten. Möbel oder Ausstattungselemente zum Erholen wie *Sofas* oder *Sitzsäcke* schaffen eine Raumatmosphäre, die deutlich macht, dass auch Entspannung zum Lernen dazu gehört.

Stühle sollten dem Bewegungsdrang von Schülerinnen und Schülern entgegenkommen, das heißt es sollten federnde, eventuell auch höhenverstellbare Stühle zum Einsatz kommen. Ergänzt werden könnte das Angebot durch einige *Bewegungssitze*.

Rollbare Materialschränke könnten dazu genutzt werden den Raum zu zonieren. So hätten die Schränke nicht nur die Funktion, material aufzubewahren, sondern eben auch die Funktion, zum Beispiel bei Gruppenarbeit die Gruppen optisch zu trennen.

Klassische Schreibtische für Lehrerinnen und Lehrer, die den Klassenraum sehr deutlich in eine teaching zone und learning zone aufgeteilt haben, sind heute normalerweise nicht notwendig. Idealerweise verwenden die Lehrerinnen und Lehrer den gleichen Tisch wie die Schülerinnen und Schüler. Materialien können in einem *rollbaren Sideboard* aufbewahrt werden.

Mobile Trennwände, die dann auch als *Flipchart*, *Pinnwand* oder *Whiteboard* verwendet werden können, schaffen die Voraussetzungen einen Raum besser zonieren zu können, da sie zum Beispiel Gruppen optisch voneinander trennen können und gleichzeitig die Funktion haben, dass Gruppen ihre Ergebnisse auf ihnen festhalten können.

7.3 Technische Ausstattung

Für einen normalen Klassenraum sind heute keine *Beamer* oder *Tafeln* mehr notwendig. Mit *Interaktiven Displays* können heute die Funktion von Präsentation und Tafelanschrieb in einem Gerät integriert werden. Die Technik ist mit 4K /Ultra HD, gelegentlich auch schon 8K, so ausgereift und inzwischen auch kostengünstig, dass sich eine Beamer-Installation oft überhaupt nicht mehr rechnet. Wenn die Displays rollbar sind, können sie flexibel im Raum eingesetzt werden oder auch für besondere Events in der Schule auch in andere Räume transportiert werden.

Wenn mit Tablets gearbeitet wird, ist es sinnvoll, einen rollbaren *Tablet-Wagen* zu haben, in dem die Tablets auch geladen werden können. Da nicht alle Lehrerinnen und Lehrer mit Tablets arbeiten lassen, sollte gut überlegt werden, wie viel Technik benötigt wird. Die Geräte sollten auch unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten gut ausgelastet sein.

Flipcharts, *Pinnwände* oder *Whiteboards* sollten zum Standard in Klassenräumen gehören, damit Schülerinnen und Schüler bei Gruppenarbeiten ihre Ergebnisse darauf festhalten können. Wenn diese in mobile Trennwände integriert sind, können sie auch zur Zonierung des Raumes genutzt werden. Aber auch eine Positionierung an der Wand ist eine Option. Hier sollte dann allerdings darauf geachtet werden, dass die einzelnen Elemente von der Wand genommen werden können, um sie gegebenenfalls zum Arbeiten auf den Gruppentisch gelegt werden können. Hier bieten sich dann Schienensysteme an.

7.4 Licht

Die *Lichtquellen* sollten regulierbar sein, damit auf sich verändernde Lichtverhältnisse reagiert werden kann. Die heutige Lichttechnologie (LED) schafft die Voraussetzung für eine Optimierung des Lichtmanagements in Schulen. Die Anpassung des Lichtniveaus und der

Lichtfarbe sind für ein angenehmes Lernklima wichtig. Dazu bedarf es einer differenzierten Lichtplanung, die auch Aspekte wie Energieeffizienz berücksichtigt.

7.5 Belüftung

Nicht erst seit der COVID-19-Pandemie ist das Thema Belüftung in Schulen auf der Agenda. Die Belüftung ist für das Raumklima zentral und ist ein wichtiger Faktor beim Lernen. Eine Lüftung über die Fenster ist zwar möglich, wird aber meistens nicht optimal durchgeführt und schafft gelegentlich problematische Unterrichtssituationen, wenn sich die Fenster in den Unterrichtsbereich öffnen. Deshalb sind maschinelle Lüftungssysteme zumindest zusätzlich zur Lüftung über das Fenster hilfreich. Damit lässt sich dann das Raumklima optimieren.

7.6 Farben

Eine angenehme Raumatmosphäre ist für den Lernerfolg nicht zu unterschätzen. Zur Atmosphäre trägt auch die Farbgestaltung bei. Dabei haben Farben nicht nur eine dekorative Funktion, sondern können je nach Farbkonzept Aufmerksamkeit, Konzentration, Kreativität, Wohlbefinden und vor allem auch die Orientierung im Schulgebäude unterstützen. In Kombination mit der entsprechenden Lichtführung können Farben auch beruhigend wirken und so Vandalismus mit vorbeugen.

7.7 Akustik

Die akustische Situation in der Schule ist ein wichtiger Faktor für die Qualität von Lernprozessen. Das Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP) macht dies deutlich:

Lärm beeinträchtigt das Lernen von Kindern auf vielfältige Weise. Aufmerksamkeits-, Gedächtnis- und Sprachverstehensprozesse, die für eine normale kindliche Entwicklung wesentlich sind, werden nachweislich gestört. Betroffen sind vor allem jüngere Kinder in Kitas und Grundschulen, weil im Vergleich zu Jugendlichen und Erwachsenen der Sprachentwicklungsprozess noch nicht abgeschlossen ist. Die Sprachwahrnehmungskategorien sind noch nicht vollständig ausgebildet, so dass es ihnen schwer fällt, Hintergrundgeräusche auszublenden und fehlende Elemente der sprachlichen Information anhand des Kontextes zu ergänzen. Die Wirkung raumakustischer Maßnahmen zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit den sprachlichen Fähigkeiten der in der Einrichtung betreuten Kinder. (IBP, 2016, 8)

Die Bedeutung der Akustik ist nicht zu unterschätzen. Die Nachhallzeit ist in den Schulräumen oft nicht optimal. Das Vermeiden von schallharten Flächen kann dazu beitragen, die Situation zu verbessern. Möblierung und technische Ausstattung sollten auch immer unter der Perspektive der Raumakustik ausgesucht werden. So können rollbare Materialschränke oder Trennwände akustisch so ertüchtigt werden, dass Sie einen positiven – wenn auch nur minimalen – Einfluss auf die Raumakustik haben.

Atmosphäre

Alle bislang vorgestellten Aspekte sind Elemente einer Raumatmosphäre, die es zu gestalten gilt, wie dies auch Pfrang und Rauh beschreiben:

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass von den Kindern im Klassenraumeine bestimmte Lernatmosphäre gewünscht wird, die in der Realität nur selten auf eine intendierte Art und Weise

herbeigeführt wird oder werden kann. Dennoch stellt das Wissen um die vielgestaltige Beziehung von Befinden und Umgebungsqualitäten ein Wissen dar, das die pädagogische Haltung von Lehrenden prägen kann. Lehrerinnen und Lehrer sollten sich deshalb bewusst sein über den Einfluss der Atmosphäre auf kindliches Lernen, den Einfluss der Lernenden auf die bewusst gestaltete Lernumgebung, aber auch auf eine spontan entstehende Lernatmosphäre. Damit Lehrende in diesem Kontext bewusst und reflektiert in der Schulpraxis handeln können, ist es von Bedeutung, kindliche Erfahrungsweisen zu erfassen und zum Ausgangspunkt zukünftiger Forschungen und schulpraktischer Überlegungen zu machen. (Pfrang & Rauh, 2017, 304–305)

Die Gestaltung einer lernförderlichen Atmosphäre lässt sich also nicht ausschließlich über den Schülerinnen und Schülern zugewandte Konzepte realisieren, sondern es sind viele Faktoren dabei zu berücksichtigen. Bei Neubauten lassen sich diese Aspekte bereits in der Planungsphase berücksichtigen, bei Bestandsbauten muss genau geschaut werden, was sowohl baulich, aber auch finanziell zu leisten ist. Wichtig ist allerdings dabei, dass sich alle darüber im Klaren sind, dass es eines grundlegenden Konzeptes bedarf, um dann Überlegungen anzustellen, wie Dinge verändert werden können. Im Rahmen dieses Gutachtens soll dies für die Stadtmedienzentren Stuttgart und Karlsruhe geschehen.

8. Anforderungen der Stadtmedienzentren

Die Stadtmedienzentren spielen eine zentrale Rolle der an der Schnittstelle des Physischen und des Digitalen im Schulkontext. Sie entwickeln Konzepte für die Integration von Medien in den Unterricht. Dabei wurde es in den letzten Jahren immer deutlicher, dass die Integration digitaler Medien in den Unterricht auch veränderte Anforderungen an den physischen Raum stellt. Um in den Räumen der Stadtmedienzentren Stuttgart und Karlsruhe mit Raumszenarien wissenschaftlich fundiert experimentieren zu können, wurde der Auftrag für dieses Gutachten erteilt. Anforderung war dabei eine Raumkonzeption auf der Grundlage neuester lerntheoretischer Erkenntnisse zu entwickeln. Ausgangspunkt dabei ist, dass sich beide Einrichtungen in Bestandsgebäuden befinden und grundlegende Umbauten nicht möglich sind. Die Voraussetzungen für die Konzeptentwicklung sind allerdings bei beiden Stadtmedienzentren unterschiedlich, da sich die Raumstruktur in beiden Einrichtungen unterscheidet und sich auch der Ausbaustatus verschieden darstellt. Im Folgenden sollen deshalb kurz und prägnant die Anforderungen kurz skizziert werden.

8.1 Stadtmedienzentrum Stuttgart

1.1.1 *Raumstruktur*

Für das Stadtmedienzentrum Stuttgart soll ein Konzept für die Einheit Computerraum, Medienwerkstatt und Flur entwickelt werden (in Abbildung 33 ist der Bereich grün gekennzeichnet). Im Laufe der Erstellung des Gutachtens ergab sich dann noch die Option, im 1. OG des Gebäudes eine weitere Fläche einzubeziehen, die es ermöglicht, einen Schulraum abzubilden (in Abbildung 34 ist auch diese Fläche zu sehen).

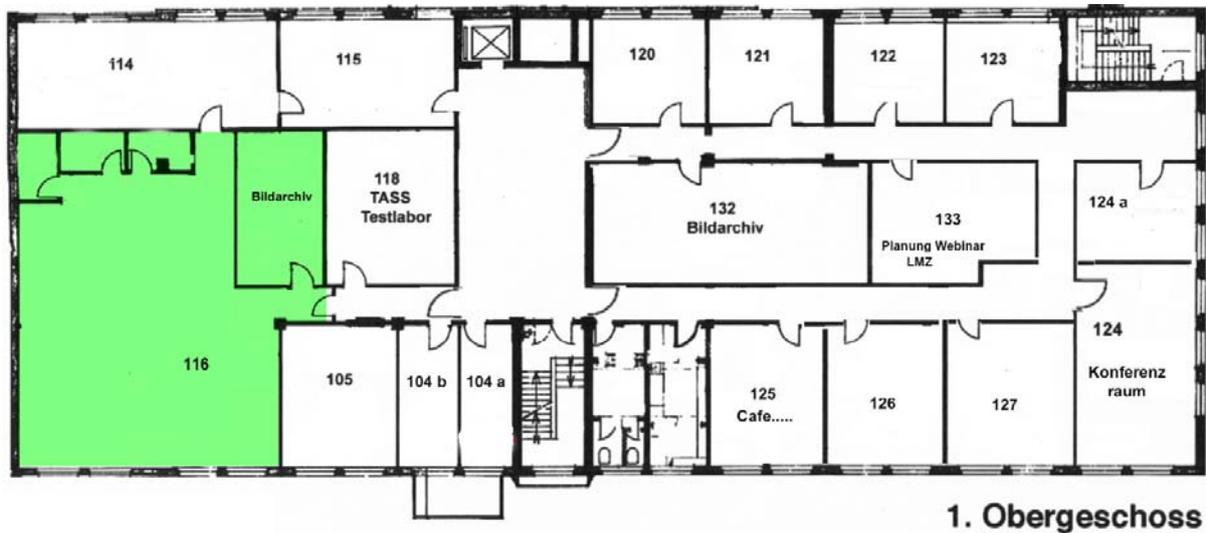


Abb. 34: Fläche Stadtmedienzentrum Stuttgart 1. OG, für die ein neues Raumkonzept entwickelt werden soll.

Die Fläche im 1. OG ermöglicht es, ein Klassenzimmer in den üblichen Ausmaßen abzubilden. Damit eignet sich diese Fläche für einen Musterraum, in dem mit Schulklassen unterschiedliche didaktische Konzepte umgesetzt werden können. In diesem Raum ist es dann auch möglich, die Flexibilität der Anordnung des Mobiliars zu testen.

1.1.2 Multioptionalität

Eine der zentralen Anforderungen an das Konzept ist, dass eine möglichst flexible Struktur für die Flächen realisiert wird. Im *Computerraum* sollen unterschiedliche Lehr-Lernsettings realisiert werden können. Die *Medienwerkstatt* wurde erst 2019 eingerichtet und ist in der Funktion soweit in Ordnung. Trotzdem wurde von den Gutachtern dieser Bereich einbezogen, da letztendlich die drei Flächen miteinander korrespondieren und gemeinsam betrachtet werden sollten. Der *Flurbereich* soll für Gruppenarbeiten, Gespräche und auch Veranstaltungen genutzt werden. Diese Fläche soll noch stärker Experimentierfläche für Möblierungsoptionen werden, als dies die anderen tun.

Multioptionalität ist die zentrale Kategorie für die Gestaltung der Flächen. Hier sollen Pilotkonstellationen von Raumanordnungen gestaltet werden, die dann auch von Schulen adaptiert werden können. Anforderung ist dabei, eine Lernwelt zu gestalten, die sich immer wieder bezogen auf neue Herausforderungen anpassen lässt. Mobilität und Flexibilität werden so zu zentralen Kategorien der Gestaltung.

1.1.3 Machbarkeit

Bei der Konzeptentwicklung müssen die baulichen Gegebenheiten genauso berücksichtigt werden wie Sicherheit, Brandschutz etc. Dies hat Einschränkungen für die Konzeptentwicklung zu Folge. Allerdings ist dies eine Herausforderung, vor der auch viele Schulen mit ihren Bestandsgebäuden stehen. Deshalb kann das Konzept auch adaptiert werden.

8.2 Stadtmedienzentrum Karlsruhe

1.1.4 Raumstruktur

Für das Stadtmedienzentrum Karlsruhe soll ein Konzept für den in Abbildung 35 grün gekennzeichneten Bereich entwickelt werden. Ziel ist es dabei, zentrale Grundelemente auch für andere Räume im Gebäude nutzbar machen zu können.

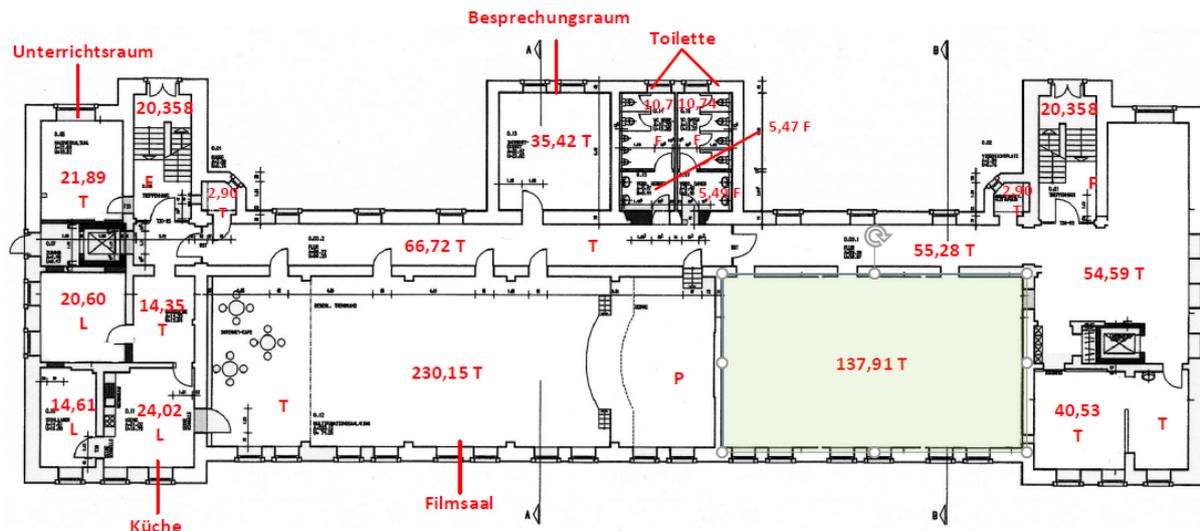


Abb. 35: Fläche Stadtmedienzentrum Karlsruhe, für die ein neues Raumkonzept entwickelt werden soll.

Der für das Konzept fokussierte Bereich wurde bereits 2019 neugestaltet, so dass es die Aufgabe des Konzeptes ist, möglichst viel der Ausstattung weiterzuverwenden. In dem Bereich finden Besprechungen, Fortbildungen und Workshops statt. Optimalerweise soll der Raum so gestaltet werden, dass verschiedene Aktivitäten parallel stattfinden können, ohne dass sie sich gegenseitig stören.

1.1.5 Multioptionalität

Eine der zentralen Anforderungen an das Konzept ist, dass eine möglichst flexible Struktur für die Fläche realisiert wird. Diese Fläche soll noch stärker Experimentierfläche für Möblierungsoptionen werden, als dies bislang der Fall war. Multioptionalität ist die zentrale Kategorie für die Gestaltung der Flächen. Hier sollen Pilotkonstellationen von Raumanordnungen gestaltet werden, die dann auch von Schulen adaptiert werden können. Anforderung ist dabei, eine Lernwelt zu gestalten, die sich immer wieder bezogen auf neue Herausforderungen anpassen lässt. Mobilität und Flexibilität werden so zu zentralen Kategorien der Gestaltung.

1.1.6 Machbarkeit

Bei der Konzeptentwicklung müssen die baulichen Gegebenheiten genauso berücksichtigt werden wie Sicherheit, Brandschutz etc. Dies hat Einschränkungen für die Konzeptentwicklung zu Folge. Allerdings ist dies eine Herausforderung, vor der auch viele Schulen mit ihren Bestandsgebäuden stehen. Deshalb kann das Konzept auch adaptiert werden.

8.3 Transfermöglichkeiten für Schulen

Eine der Anforderungen an die Konzepterstellung im Rahmen des Gutachtens ist es, dass die zentralen Elemente der Raumgestaltung von Schulen adaptiert werden können. Das bedeutet, dass alle Elemente des Konzepts für den Einsatz in der Schule umsetzbar sein sollen. Sie sollen an unterschiedliche didaktisch-methodische Lehr-Lernsettings unproblematisch anpassbar sein. Es geht eben auch darum, Lehrerinnen und Lehrern zu zeigen, wie Klassenräume an moderne Formen des Unterrichts wie zum Beispiel projektorientierten Unterricht angepasst werden können.

9. Konzept für Raumgestaltung

9.1 Stadtmedienzentrums Stuttgart

1.1.7 Raumstrukturen und Umsetzungskonzept

Auf der Basis der wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Lehr-Lernraumgestaltung wurden für die Räume des Stadtmedienzentrums Stuttgart Konzepte entwickelt, die den Anforderungen an moderne Lehr-Lernräume gerecht werden. Dabei stand unter anderem im Vordergrund, Modellräume zu entwickeln, die sich problemlos in Schulen – seien es Bestandsgebäude oder Neubauten – transformieren lassen. Besonderer Wert wurde dabei darauf gelegt, dass sich unterschiedliche Module je nach Bedarf miteinander verbinden lassen und sich somit eine Vielfalt von Gestaltungsmöglichkeiten für den Schulalltag ergibt. Im Folgenden werden je zwei Konzepte für die Räume im EG und die Räume im 1. OG vorgestellt.

Konzept 1 (EG)

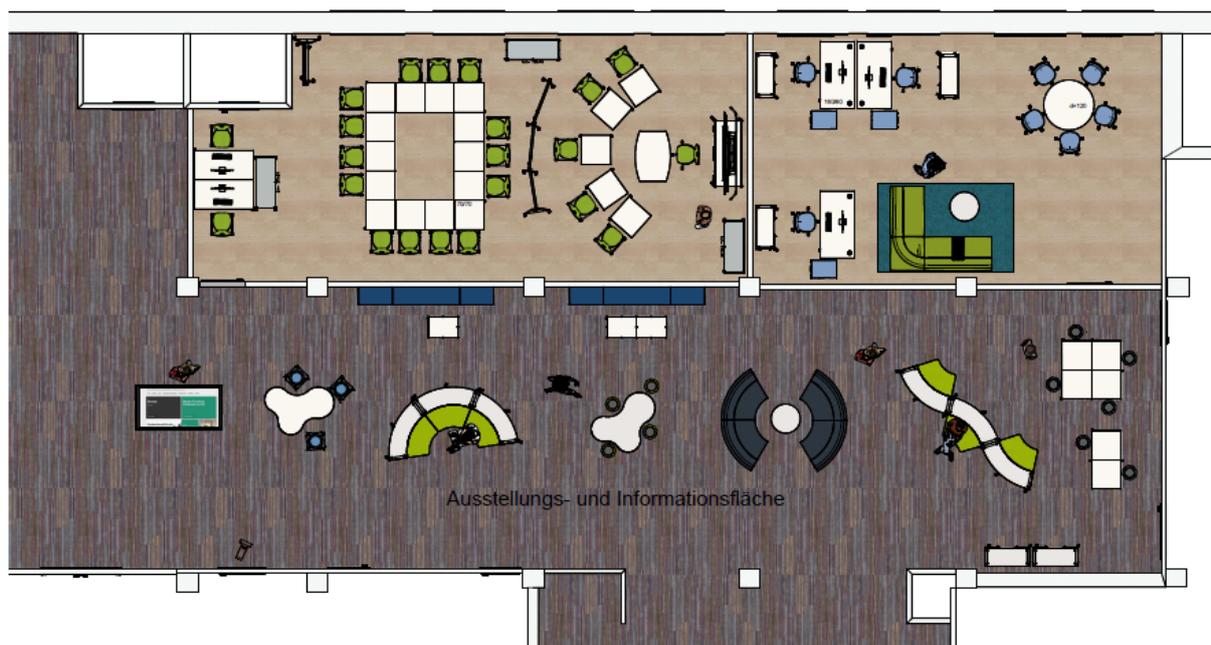


Abb. 36: Planungsskizze EG Stadtmedienzentrum Stuttgart Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken)



Abb. 37: Isometrische Darstellung EG Stadtmedienzentrum Stuttgart Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 38: Medienwerkstatt EG Stadtmedienzentrum Stuttgart Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).

Konzept 2 (EG)



Abb. 39: Planungsskizze EG Stadtmedienzentrum Stuttgart Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 40: Isometrische Darstellung Planungsskizze EG Stadtmedienzentrum Stuttgart Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 41: Computerraum (EG) Stadtmedienzentrum Stuttgart Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).

Konzept 1 (1. OG)



Abb. 42: Planungsskizze Klassenraum und Gruppenarbeitsbereich 1. OG des Stadtmedienzentrums Stuttgart Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 43: Isometrische Klassenraum und Gruppenarbeitsbereich 1. OG des Stadtmedienzentrums Stuttgart Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 44: Innenraumperspektive Klassenraum und Gruppenarbeitsbereich 1. OG des Stadtmedienzentrums Stuttgart Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).

Konzept 2 (1. OG)

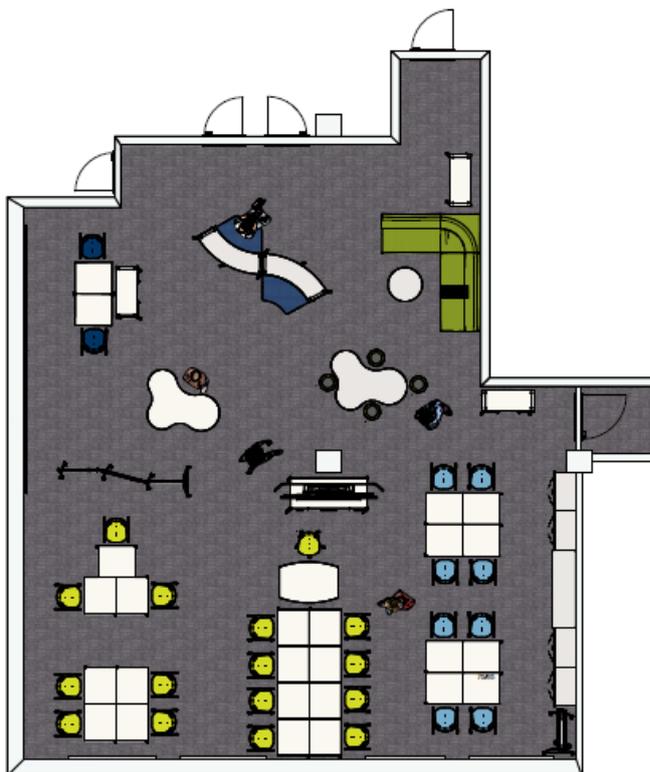


Abb. 45: Planungsskizze Klassenraum und Gruppenarbeitsbereich 1. OG des Stadtmedienzentrums Stuttgart Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 46: Isometrische Darstellung Klassenraum und Gruppenarbeitsbereich 1. OG des Stadtmedienzentrums Stuttgart Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 47: Innenraumperspektive Klassenraum und Gruppenarbeitsbereich 1. OG des Stadtmedienzentrums Stadtmedienzentrum Stuttgart Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).

1.1.8 Möblierung

Computerraum

Zentrale Elemente der Möblierung sind quadratische *Einzel-tische*, die es ermöglichen, die Anordnung flexibel zu gestalten (mögliche Optionen siehe 7.1). Für die Lehrpersonen ist ein kleines fahrbares und höhenverstellbares *Pult* vorgesehen, mit dem sich die Lehrperson zum Beispiel an Tischgruppen andocken kann, an denen Gruppenarbeit stattfindet. *Mobile Trennwände*, die auch als Flipchart, Pinnwand, Whiteboard etc. genutzt werden können, schaffen die Möglichkeit, „Raum im Raum“-Lösungen zu generieren und gegebenenfalls *Gruppenbereiche* voneinander zu trennen. Die *Stühle* können entweder Rollen oder Kufen haben. Dadurch wird der Raum flexibel nutzbar.

Medienwerkstatt

In der Medienwerkstatt gibt es *Schreibtische*, die ebenfalls auf Rollen und höhenverstellbar sind, so dass diese an unterschiedliche Raumbedarfsituationen angepasst werden können. Die *Schreibtischcontainer* sind mit einer Sitzfläche ausgestattet, so dass diese ebenfalls als Sitzmöglichkeit genutzt werden können. Drei fahrbare *Schränke* dienen als Material-schränke und gleichzeitig können diese als Sichtschutz eingesetzt werden. Eine *Sofaecke* ermöglicht Besprechungen in einem angenehmen Ambiente. An einem runden *Teamtisch* kann gemeinsame Projektarbeit, wie z.B. Design Thinking, realisiert werden.

Ausstellungs- und Informationsfläche

Hier werden je nach Konzept unterschiedliche Möbel, wie *Puzzletische*, *Dreieckstische*, *quadratische Tische* für Gruppenarbeit oder Besprechungen zur Verfügung gestellt. Auch die Sitzmöglichkeiten werden variiert. So gibt es ein rundes *Sofa*, in dem Besprechungen unter Abdämmung von Außengeräuschen durchgeführt werden können. Runde *Sitzecken* ermöglichen es, sich dort Materialien anzuschauen.

Klassenraum 1. OG

Die Raumgröße dieses Raumes entspricht der Größe eines üblichen Klassenzimmers. Zentrale Elemente der Möblierung sind quadratische *Einzelstische*, die es ermöglichen, die Anordnung flexibel zu gestalten (mögliche Optionen siehe 7.1). Für die Lehrpersonen ist ein kleines fahrbares und höhenverstellbares *Pult* vorgesehen, mit dem sich die Lehrperson zum Beispiel an Tischgruppen andocken kann, an denen Gruppenarbeit stattfindet. *Mobile Trennwände*, die auch als Flipchart, Pinnwand, Whiteboard etc. genutzt werden können, schaffen die Möglichkeit, „Raum im Raum“-Lösungen zu generieren und gegebenenfalls gruppenbereiche voneinander zu trennen. Auch fahrbare *Schränke* können dazu dienen, Zonen voneinander abzutrennen. An einer Wand werden *flexible Präsentationsflächen* angebracht. An der anderen Wand ist eine Schrank-Regal-Einheit positioniert, die für Materiallagerung genutzt werden kann. Die *Stühle* können entweder Rollen oder Kufen haben. Dadurch wird eine größtmögliche Flexibilität erreicht.

Gruppenarbeitsfläche 1. OG

Die Gruppenarbeitsfläche ist unterschiedlich möbliert, damit sie flexibel für verschiedene Lernszenarien verwendet werden kann. Einzellernen (in der *Sofaecke* oder an den anderen *Sitzmöglichkeiten*) sowie Lernen im Team oder in der Gruppe (in der *Sofaecke* oder an den *Puzzletischen*) finden hier ihren Platz. Klassenraum und Gruppenarbeitsfläche können bei Bedarf verknüpft werden.

1.1.9 Technische Ausstattung

Computerraum

Im Computerraum sollte mit *mobilen Geräte* (Notebook, Tablets etc.) gearbeitet werden. Mit einem *mobilen, interaktiven Display* kann die Möglichkeit geschaffen werden, Präsentationen gemeinsam zu gestalten, Aufschriebe vorzunehmen und zu speichern oder kollaborativ mit Splitscreen zu arbeiten. Da das Display fahrbar ist, kann es an verschiedenen Positionen im

Raum eingesetzt und bei größeren Veranstaltungen auch in einem anderen Raum genutzt werden. Außerdem wird ein *mobiler Notebookwagen* beziehungsweise *mobiler Tabletkoffer* genutzt, um flexibel auf den Bedarf des Einsatzes von Technik reagieren zu können. Außerdem soll in diesem Raum die Voraussetzung geschaffen werden, *VR-Anwendungen* zeigen zu können.

Medienwerkstatt

Neben der Ausstattung der Schreibtische mit Desktop-Rechnern mit großem Arbeitsspeicher, um z. B. Videos zu bearbeiten oder Computerspiele (serious games) zu spielen, soll auch hier ein *mobiles interaktives Display* die Möglichkeit schaffen, Präsentationen zu gestalten, Aufschriebe vorzunehmen und zu speichern oder kollaborativ mit Splitscreen zu arbeiten. Da das Display fahrbar ist, kann es an verschiedenen Positionen im Raum eingesetzt werden und bei größeren Veranstaltungen auch in einem anderen Raum genutzt werden.

Ausstellungs- und Informationsfläche

Hier ist ein *Multitouch-Tisch* vorgesehen, der auch als Display genutzt werden kann. Damit soll die Möglichkeit geschaffen werden, Multitouch-Anwendungen ausprobieren und gegebenenfalls auch entwickeln zu können.

Klassenraum 1. OG

Im *Klassenraum* soll bei Bedarf mit technischer Unterstützung von *mobilen Geräte* (Notebooks, Tablets etc.) gearbeitet werden. Mit einem *mobilen interaktiven Display* soll die Möglichkeit geschaffen werden, Präsentationen zu gestalten, Aufschriebe vorzunehmen und zu speichern oder kollaborativ mit Splitscreen zu arbeiten. Da das Display fahrbar ist, kann es an verschiedenen Positionen im Raum eingesetzt werden und bei größeren Veranstaltungen auch in einem anderen Raum genutzt werden. Die Elektroversorgung kann über vier Deckensysteme realisiert werden.

Gruppenarbeitsfläche 1. OG

Auf der *Gruppenarbeitsfläche* soll bei Bedarf mit technischer Unterstützung von *mobilen Geräten* (Notebooks, Tablets etc.) gearbeitet werden können. Optional könnte auch noch *mobile, interaktive Displays* eingesetzt werden. Es wird vorgeschlagen in den eher abgeschlossenen Räumen (Computerraum, Medienwerkstatt und Klassenraum) unterschiedliche *mobile Luftreinigungssysteme* auszuprobieren, um deren Effizienz testen zu können. Da das Thema Luftreinigung in den Schulen in den nächsten Jahren eine große Bedeutung haben wird, wäre es sinnvoll hier auszuprobieren, welche Systeme für den Einsatz optimal sind.

1.1.10 Licht

Insgesamt könnten unterschiedliche *Lichtsysteme* in Anwendung gebracht werden. Wichtig ist es dabei, dass – vor dem Hintergrund der technischen Entwicklung – unterschiedliche Lichttemperaturen eingestellt werden können. Zu empfehlen wären gegebenenfalls Lichtsysteme von oben, die mit Elektro- und Netztechnik kombiniert sind.

1.1.11 Farben

Da jede Farbe ihre eigene Wirkung hat, ist es wichtig ein Farbkonzept zu erstellen. Für die Räume im Stadtmedienzentrum Stuttgart wird zunächst mit einem gebrochenen Weiß oder

einem hellem Gelb an den Wänden gearbeitet. Die Möblierung bringt zusätzlich Farbe in den Raum. Hierzu muss ein differenziertes Farbkonzept für die Umsetzung gestaltet werden, was im Rahmen des Gutachtens nicht zu leisten war.

1.1.12 Akustik

Bei der Möblierung wird bereits auf akustische Relevanz geachtet. *Mobile Trennwände* können dabei genauso relevant sein, wie Schränke. Insgesamt bedarf es auch hier einer genauen Planung. Zusätzlich können *Akustikelemente* an der Decke oder an Wänden eingesetzt werden, was aber in Anbetracht des vorhandenen Teppichbodens nicht notwendig sein wird. Unabhängig davon wäre es möglich, *Akustikelemente* als Anschauungsmaterial einzusetzen. Letztendlich hängt das Akustikkonzept von der konkreten Raumsituation ab.

1.1.13 Machbarkeit (Sicherheit, Brandschutz etc.)

Die vorgeschlagenen Konzepte lassen sich unproblematisch umsetzen. Bezogen auf die Flexibilität der Möblierung muss dafür gesorgt werden, dass Rahmenbedingungen wie Sicherheit und Brandschutz gewährleistet sind. Dies dürfte allerdings keine Schwierigkeit darstellen.

9.2 Stadtmedienzentrums Karlsruhe

1.1.14 Raumstrukturen und Umsetzungskonzept

Die Herausforderungen für die Planung des Raumes im Stadtmedienzentrum Karlsruhe unterscheiden sich von denen des Stadtmedienzentrums Stuttgart. Hier handelt es sich um einen sehr großen Raum, der so zониert werden soll, dass unterschiedliche Veranstaltungsformen realisiert werden können. Es ergeben sich dabei drei Zonen, in denen unterschiedliche Veranstaltungsformen parallel gestaltet werden können. Hier wird allerdings kein spezieller Klassenraum eingerichtet, sondern modulare Möblierungselemente so positioniert, dass diese für unterschiedliche Lehr-Lern-Beratungsanforderungen genutzt, das heißt auch, zu einem Klassenraum formiert werden können. Dabei wird weitgehend auf bereits vorhandenes Mobiliar zurückgegriffen, da dieses bereits den Anforderungen entspricht.

Konzept 1

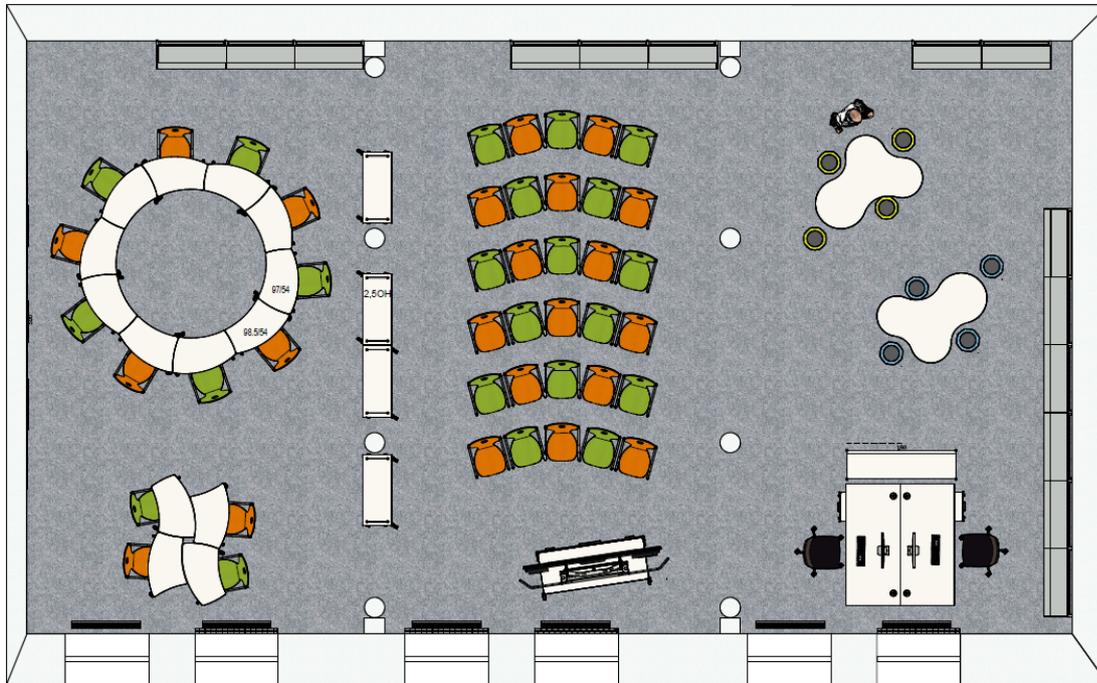


Abb. 48: Planungsskizze Stadtmedienzentrum Karlsruhe Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 49: Isometrische Darstellung Planungsskizze Stadtmedienzentrum Karlsruhe Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 50: Seitenansicht Planungsskizze Stadtmedienzentrum Karlsruhe Konzept 1 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).

Konzept 2

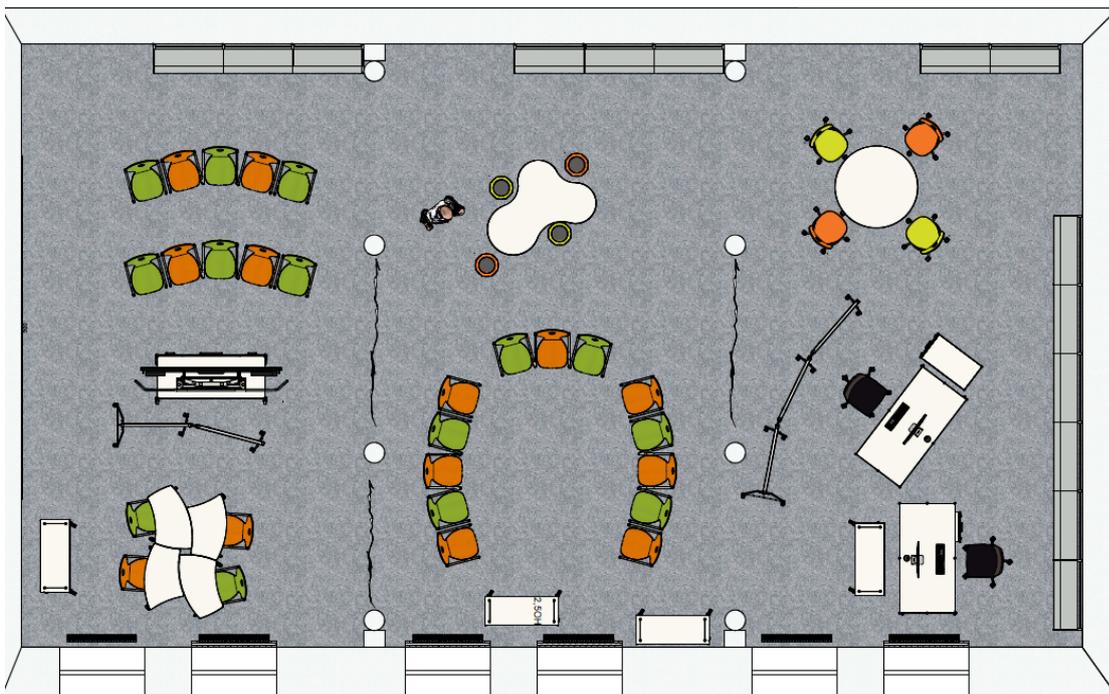


Abb. 51: Planungsskizze Stadtmedienzentrum Karlsruhe Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).

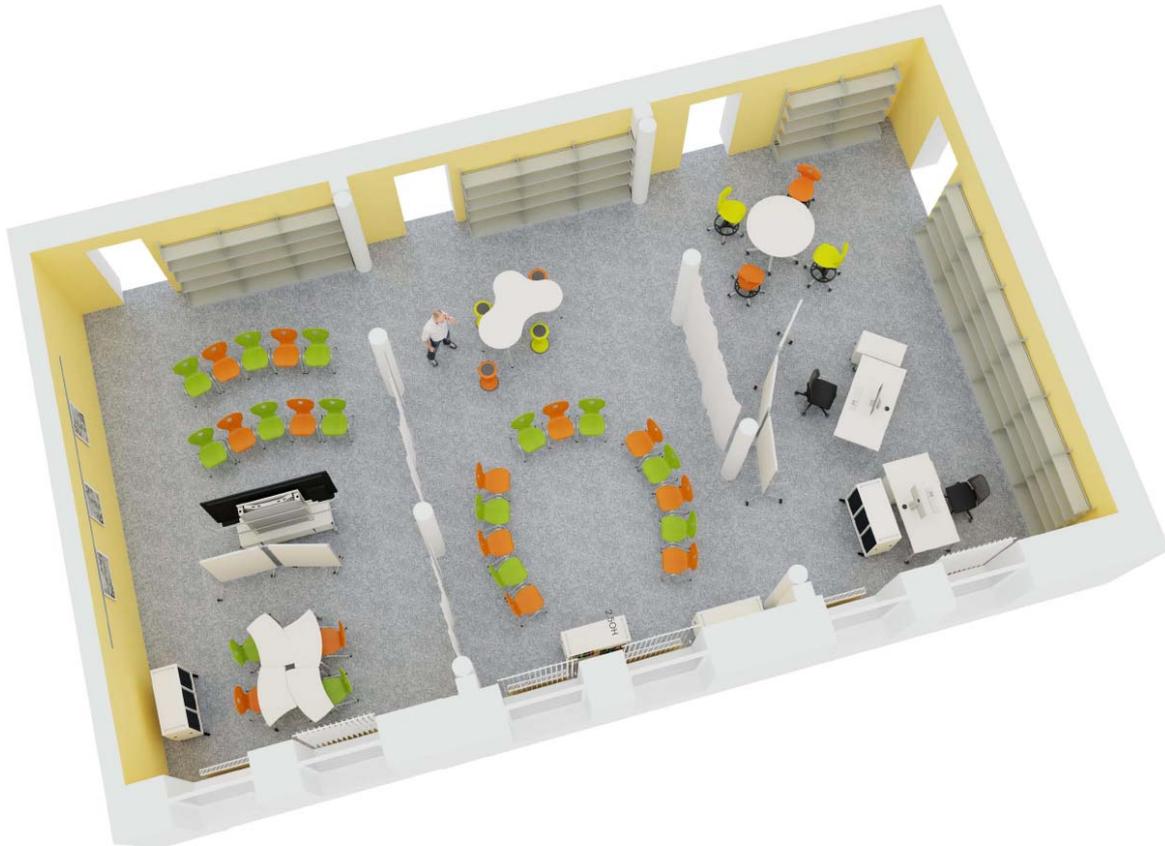


Abb. 52: Isometrische Darstellung Planungsskizze Stadtmedienzentrum Karlsruhe Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken).



Abb. 46: Seitenansicht Planungsskizze Stadtmedienzentrum Karlsruhe Konzept 2 (Grafik: VS Spezialmöbelfabriken)

1.1.15 Möblierung

Zentrale Elemente der Möblierung sind unterschiedliche mobile *Tische*, die es ermöglichen, die Anordnung flexibel zu gestalten. Für Präsentationen ist ein kleines fahrbares und höhenverstellbares *Pult* vorgesehen, mit dem sich die Lehrperson zum Beispiel an Tischgruppen andocken kann, an denen Gruppenarbeit stattfindet. *Mobile Trennwände*, die auch als Flipchart, Pinnwand, Whiteboard etc. genutzt werden können, schaffen die Möglichkeit, „Raum im Raum“-Lösungen zu generieren und gegebenenfalls *Gruppenbereiche* voneinander zu trennen. Auch mobile *Sideboards* tragen dazu bei, den Raum optisch zu trennen. Die *Stühle* können entweder Rollen oder Kufen haben. Dadurch wird der Raum flexibel nutzbar. Zwei

Schreibtische können sowohl als Arbeitsplätze als auch als Beratungsplätze genutzt werden. Optional sollen noch *Vorhänge* vorgeschlagen werden, mit denen die drei Bereiche visuell und akustisch voneinander abgetrennt werden können.

1.1.16 Technische Ausstattung

Insgesamt soll mit *mobilen Geräten* (Notebooks, Tablets etc.) gearbeitet werden. Mit *mobilen interaktiven Displays* soll die Möglichkeit geschaffen werden, Präsentationen zu gestalten, Aufschriebe vorzunehmen und zu speichern oder kollaborativ mit Splitscreen zu arbeiten. Da die Displays fahrbar sind, können sie an verschiedenen Positionen im Raum eingesetzt werden und bei größeren Veranstaltungen auch in einem anderen Raum genutzt werden. Außerdem werden *mobile Notebookwagen* beziehungsweise *mobile Tabletkoffer* genutzt, um flexibel auf den Bedarf des Einsatzes von Technik reagieren zu können. Zudem sollen in diesem Raum die Voraussetzung geschaffen werden, *VR-Anwendungen* zeigen zu können.

1.1.17 Licht

Insgesamt könnten in den verschiedenen Zonen unterschiedliche *Lichtsysteme* in Anwendung gebracht werden. Wichtig ist es dabei, dass – vor dem Hintergrund der technischen Entwicklung – unterschiedliche Lichttemperaturen eingestellt werden können.

1.1.18 Farben

Da jede Farbe ihre eigene Wirkung hat, ist es wichtig ein Farbkonzept zu erstellen. Für die Räume im Stadtmedienzentrum wird zunächst mit einem gebrochenen Weiß oder einem hellem Gelb an den Wänden gearbeitet. Die Möblierung bringt dann die Farbe in den Raum. Hierzu muss ein differenziertes Farbkonzept für die Umsetzung gestaltet werden, was im Rahmen des Gutachtens nicht zu leisten war.

1.1.19 Akustik

Bei der Möblierung wird bereits auf akustische Relevanz geachtet. *Mobile Trennwände* können dabei genauso akustisch relevant werden, wie Schränke. Insgesamt bedarf es auch hier einer genauen Planung. Zusätzlich können *Akustik Elemente* an der Decke oder den Wänden eingesetzt werden. Letztendlich hängt das Akustikkonzept von der konkreten Raumsituation ab.

1.1.20 Machbarkeit (Sicherheit, Brandschutz etc.)

Die vorgeschlagenen Konzepte lassen sich unproblematisch umsetzen. Bezogen auf die Flexibilität der Möblierung muss dafür gesorgt werden, dass Rahmenbedingungen wie Sicherheit und Brandschutz gewährleistet sind. Dies dürfte allerdings keine Schwierigkeit geben.

10. Übertragbarkeit

10.1 Elemente für die Gestaltung

Die Raumkonzepte für die Stadtmedienzentren Stuttgart und Karlsruhe zeichnen sich dadurch aus, dass sie modular gestaltet sind und Flexibilität und Mobilität im Fokus stehen. Dazu werden folgende Elemente eingesetzt:

- *Mobile interaktive Displays:* Diese Displays ersetzen die klassische Tafel, da auf ihnen sowohl Tafelanschriften gemacht werden als auch andere Aktivitäten durchgeführt werden können. Ihr Vorteil liegt in der Mobilität, sie lassen sich angepasst an das jeweilige didaktische Konzept flexibel im Raum verschieben.
- *Mobile Notebookwagen / mobile Tabletkoffer:* Die Arbeit mit Notebooks oder Tablets gewinnt im Unterricht zunehmend an Gewicht. Doch nicht alle Lehrerinnen und Lehrer nutzen die neuen Technologien. Deshalb erscheint es sinnvoll, mobile Notebookwagen oder mobile Tabletkoffer einzusetzen, um die digitalen Medien bedarfsgerecht einsetzen zu können.
- *VR-Anwendungen:* Der Einsatz von Virtual Reality wird in den nächsten Jahren an Bedeutung im Unterricht gewinnen. Doch wird dies sicher nicht im Großteil des Unterrichts eingesetzt. Deshalb ergibt es Sinn, mobile Geräte zu verwenden, die bedarfsgerecht im Unterricht eingesetzt werden können.
- *Einzeltische für den Klassenraum:* Quadratische Einzeltische erlauben eine Vielzahl von Möglichkeiten der Tischorganisation im Klassenzimmer. Sie können zu Gruppentischen zusammengestellt oder auch im Abstand voneinander für Prüfungen genutzt werden. Nicht zuletzt die Corona-Pandemie hat gezeigt, dass sich solche Tische optimal für unterschiedliche Anforderungen nutzen lassen.
- *Pulte:* Das klassische Lehrerinnen- bzw. Lehrerpult hat ausgedient. Auf eine optische Trennung von „teaching zone“ und „learning zone“ sollte verzichtet werden. Sinnvoller erscheint uns der Einsatz von kleinen mobilen Pulten, die auch für Besprechungen an die Tische der Schülerinnen und Schüler „angedockt“ werden können.
- *Tische für Arbeitszonen:* Neben den Einzeltischen lassen sich vielfältige Tischformen zur Auflockerung der Arbeitszonen nutzen. Die Vielfalt der Tischformen kommt den unterschiedlichen Bedürfnissen und Anforderungen des Lernens entgegen. Der Wechsel von Umgebungen wirkt für das Lernen anregend. Wichtig ist deshalb, dass sich die Tische leicht verschieben lassen, um das Lehr-Lernsetting ohne Aufwand immer wieder an sich verändernde didaktische Anforderungen anpassen zu können.
- *Sitzmöglichkeiten:* Neben Stühlen, die im Idealfall den Bedarfen der Lernenden angepasst sind, kann es auch Hocker, Sitzsäcke, Matten oder Loungeelemente wie z. B. Sofas geben. Bei Stühlen sollte auf eine hohe Sitzqualität Wert gelegt werden. Auch können diese in unterschiedlicher Farbigkeit genutzt werden, damit Buntheit in den Klassenraum kommt. Die Atmosphäre von Räumen lässt sich auch durch verschiedene Arten der Gestaltung bestimmen. So schaffen Sofas und Loungeelemente eine angenehme Atmosphäre, auch wenn sie nicht gleichzeitig von allen genutzt werden können.

- *Mobile multifunktionale Trennwände:* Trennwände, die auch als Flipchart, Pinnwand, Whiteboard etc. genutzt werden können, schaffen die Möglichkeit, „Raum im Raum“-Lösungen zu generieren und gegebenenfalls Gruppenarbeitsbereiche voneinander zu trennen.
- *Präsentationswände:* Präsentationswände mit flexiblen Elementen ermöglichen es, Pinnwand- oder Whiteboardflächen auf die Arbeitstische zu legen und dort zu arbeiten, um diese dann wieder in die Wand einzuhängen. Dadurch wird eine hohe Flexibilität zum Beispiel bei Gruppenarbeiten ermöglicht.
- *Schränkelemente:* Mobile Schrankelemente können dazu genutzt werden, die Raumstrukturen zu zonieren, das heißt, den Raum aufzuteilen. Hohe Schrankelemente können auch als Sichtschutz dienen. Mit Sideboardelementen lassen sich zumindest optisch abgeteilt Areale definieren. Gleichzeitig können die Schrankelemente zur Aufbewahrung von Materialien dienen.
- *Mobile Lüftungsgeräte:* Spätestens seit der Corona-Pandemie gehören mobile Lüftungsgeräte zu einem wichtigen Inventar von Klassenräumen, da nicht alle Räume mit einer Lüftung ausgestattet sind.

10.2 Angepasste Konzepte an verschiedene Schulsituationen

Die hier vorgestellten Elemente bilden die Grundlage für die Gestaltung von Schulräumen. Die flexible Ausrichtung fast aller Elemente ermöglicht eine Anpassung an fast alle didaktischen Konzepte. Diese Elemente stellen eine Art Baukasten dar, aus dem für jede Lehr-Lernsituation die richtigen Elemente ausgewählt werden können. Mit ihnen kann äußerst flexibel agiert werden. Darin liegt der Vorteil dieser Konzeption. Der Baukasten lässt sich unabhängig von Bestands- oder und Neubau einsetzen. Der Hintergrund unserer Überlegungen ist dabei der *Shift from Teaching to Learning*. Die Möblierung eignet sich dazu, sich vom Frontalunterricht hin zu einem mehr lernerorientierten und lerneraktivierenden Unterricht zu bewegen. Die Flexibilität setzt dabei kaum Grenzen.

Wichtig in diesem Zusammenhang ist es auch, sich mit der Frage der Ordnung auseinanderzusetzen. Muss immer alles in Reih und Glied stehen, müssen immer alle Möbel die gleiche Farbe haben? Wir erwarten von den Schülerinnen und Schülern, dass sie zukünftig unsere Zukunft gestalten. Dazu müssen wir sie ermutigen und ihnen zeigen, dass Ordnung zwar ein wichtiges Element ist, das aber Kreativität nicht unbedingt fördert. Letztendlich geht es um das Austarieren von Optionsräumen in der Schule. Die Gestaltung spielt dabei eine wichtige Rolle.

11. Fazit

Die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Veränderungsprozessen und aktuelle Erkenntnisse aus der Lehr-Lernforschung hat gezeigt, dass der *Shift from Teaching to Learning* auch für Schulen immer sichtbarer auf der Agenda stehen sollte. Viele Lehrerinnen und Lehrer haben dies erkannt, werden aber in der Gestaltung veränderter didaktischer Konzepte oft durch die räumlichen Rahmenbedingungen stark eingeschränkt. Wie wichtig die Gestaltung von Lehr-Lernarrangements für didaktische Veränderungen ist, konnte im Rahmen des Gutachtens dargelegt werden.

Auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse wurden für die Auftraggeber Raumkonzepte entwickelt, die möglichst flexibel an die gegebenen Anforderungen angepasst werden können. Dabei wurde ein besonderer Wert darauf gelegt, dass sich diese Konzepte im öffentlichen Schulsystem unproblematisch umsetzen lassen. Wobei die Orientierung an Klassenraumstrukturen eher einen Ausgangspunkt darstellt, von dem aus weiter in Richtung offene Raumstrukturen gedacht werden sollte. Die Gestaltung der „Digital Learning Farm“ (Alan November 2012) stellt eine große Herausforderung dar. Digitale Techniken spielen bei ihrer Realisierung eine bedeutsame Rolle, wenn sie mit ihren Potenzialen genutzt werden sollen. Diese Potenziale sind sicher nicht, Lernmaterialien als Datei zur Verfügung zu stellen, vielmehr entwickeln sich die Potentiale digitaler Technologien erst, wenn sie zur Recherche und zur Produktion von Lehr-Lernmaterialien durch die Schülerinnen und Schüler genutzt werden (vgl. Jonassen 1996).

Die digitalen Techniken sind ein Aspekt, doch genauso wichtig erscheint uns der soziale Austausch aller Betroffener im physischen Raum der Schule. Und dieser Raum muss so gestaltet werden, dass er Anreichtum und vielfältige Optionen für die Schülerinnen und Schüler eröffnet. Dies ist kein triviales Unterfangen, wie die Ausführungen im Gutachten zeigen, aber garantiert ein lohnendes. Um hier etwas zukunftsorientiert gestalten zu können, bedarf es verstärkter Anstrengungen auf allen Ebenen (Ministerien, Schulverwaltung, Bauämter, Lehrkörper etc). Es bedarf neuer Strukturen und verstärkter Modellprojekte, wie sie im Rahmen dieses Gutachtens erarbeitet wurden.

Doch letztendlich ist die Gestaltung des Lernraums immer ein Ausdruck des Narrativs der jeweiligen Schule. Die hier vorgestellten Konzeptionen können grundsätzlich jedes Narrativ bedienen, sollen aber dazu ermutigen, veränderte didaktische Konzepte in Schulen zu etablieren – weg vom belehrt werden hin zum gemeinsamen selbstverantwortlichen Lernen. Dies erfordert aber auch die Reflexion der Konzepte einzelner Professionen. Es betrifft aber nicht nur die Lehrerinnen und Lehrer, sondern vor allem die Schulplaner (Bauämter, Architekten und andere Beteiligte). Mit der Gestaltung der Räume werden die Art und die Möglichkeiten des Lernens entscheidend beeinflusst. Die Entwicklung muss dahin gehen, dass die Didaktik den Raum bestimmt und nicht wie bisher, dass der Raum die Didaktik bestimmt.

Es gibt viele, die Innovation fordern, aber keine Veränderung wünschen. Es ist an der Zeit, Veränderungen in Angriff zu nehmen, um Innovation zu gestalten. Bei den drängenden Herausforderungen unserer Zeit, bleibt uns wenig Zeit, diese Veränderungen in die Wege zu leiten. Und Schule ist einer der Orte, wo die Zeit am meisten drängt, da dort eine wichtige Basis für das Mindset späterer Generationen geschaffen wird.

Literatur

- Acemoğlu, D., & Restrepo, P. (2016). The race between machines and humans: Implications for growth, factor shares and jobs. *Retrieved*, 6, 2019
- Acemoğlu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188–2244.
- 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.tu-graz.at/index.php/LehrbuchEbner10/article/view/50>.
- Anderson, J. R. (1996). *Kognitive Psychologie* (2. Aufl.). Spektrum.
- Anderson, J., & Rainie, L. (2014). *Digital Life in 2025*. <http://www.pewinternet.org/2014/03/11/digital-life-in-2025/>.
- Arend, C. (2010). *Lernkompetenz und pädagogisches Handeln: Lerneraktivitäten und pädagogische Handlungsformen beim Einsatz verschiedener Unterrichtsmethoden*. Julius Klinkhardt.
- Arnold, R. (2003). *Ermöglichungsdidaktik*. Schneider Hohengehren.
- Arnold, R. (2012). Ermöglichungsdidaktik – die notwendige Rahmung einer nachhaltigen Kompetenzreifeung. *BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 41(2012), 45.
- Arnold, R. (2012). *Ermöglichen. Texte zur Kompetenzreifeung*. Schneider Hohengehren.
- Arnold, R. (2012). Ermöglichungsdidaktik. Die notwendige Rahmung einer nachhaltigen Kompetenzreifeung. *BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 41, 45.
- Arnold, R. (2015). *Bildung nach Bologna! Die Anregungen der europäischen Hochschulreform*. Springer.
- Astleitner, H. (2001). Die Gestaltung von emotional stimmigem Unterricht: Eine Validierung des FEASP-Ansatzes. *Salzburger Beiträge zur Erziehungswissenschaft*, 5, 65–76.
- Astleitner, H. (2002). *Prinzipien guten Unterrichts. Forschungsergebnisse für eine kognitiv, motivational und emotional wirksame Unterrichtspraxis*. BMBWK Wien. <http://www.qis.at>.
- Astleitner, H. (1999). Emotionale Unterrichtsgestaltung. *Pädagogische Rundschau*, 53, 307–326.
- Astleitner, H., & Leutner, D. (2000). Designing Instructional Technology from an Emotional Perspective. *Journal of Research in Computing in Education*, 32(4), 497510.
- Atala, A., & Richardson, K. (2016). The quest to 3D print body parts. *Biochemical Society*, 24-27.
- Baecker, D. (2007). *Studien zur nächsten Gesellschaft*. Suhrkamp.
- Baines, A. M., DeBarger, A., De Vivo, K., Warner, N., Santos, S., Brinkman, J., Udall, D., Zuckerbrod, N., Felsen, K., & Urban, R. (2021). *Key Principles for Project-Based Learning*. Lucas Education Research.
- Baines, A., Vivo, K. D., Warner, N., & DeBarger, A. (2021). *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* (11-70). John Wiley & Sons.
- 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., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer.
- Barrows, H. S. (2009). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20(6), 481–486.
- Bastian, J. (2017). Tablets zur Neubestimmung des Lernens. In J. Bastian & S. Aufenanger (Hrsg.), *Tablets in Schule und Unterricht* (139–174). Wiesbaden: Springer VS.
- Bastian, J., Combe, A., & Langer, R. (2007). *Feedback-Methoden. Erprobte Konzepte, evaluierte Erfahrungen*. Beltz.

- Battelle for Kids (2019). *Framework for 21st Century Learning*. <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>.
- Bauman, Z. (2000). *Flüchtige Moderne*. Suhrkamp.
- Beck, E., Guldemann, T., & Zutavern, M. (1995). *Eigenständig lernen*. UVK.
- Beck, U. (2017). *Die Metamorphose der Welt*. Suhrkamp.
- Berliner, D. C. (1992). Telling the stories of educational psychology. *Educational Psychologist*, 27, 143–161.
- Berners-Lee, T. (1990). *Information Management: A Proposal*. <https://www.w3.org/Proposal>.
- 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).
- Bjerede, M., & Bondi, T. (2012). *Learning is Personal. Stories of Android Tablet Use in the 5th Grade*. <http://www.learninguntethered.com/>.
- Queensland, T. A. E. D. I. T. U. O. (Hrsg.). (1956). *Taxonomy of Educational Objectives. The Classification Of Educational Goals*. Longmans.
- 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.
- Böhme, J. (2012). Schulräumliche Ordnungsparameter der Disziplinierung. Perspektiven einer Pädagogischen Morphologie. In H. Schröter-von Brandt, T. Coelen, A. Zeising, & A. Zische (Hrsg.), *Raum für Bildung. Ästhetik und Architektur von Lern- und Lebensorten* (219–231). Transcript.
- Bollnow, O. F. (2011). *Mensch und Raum* (11. Aufl.). W. Kohlhammer.
- Boyd, D. (2014). *It's complicated. the social life of networked teens*. Yale University Press.
- Brandl, W. (1997). Lernen als „konstruktiver“ Prozess: Trugbild oder Wirklichkeit? *Schulmagazin*, 5, 1–11.
- Bransford, J. D., Franks, J. J., Vye, N. J., & Sherwood, R. D. (1989). New approaches to instruction: Because wisdom can't be told. *Similarity and analogical reasoning*, 470(1989), 497.
- 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* (35–50). Springer Fachmedien.
- Breiter, A., Aufenanger, S., Averbek, I., Welling, S., & Wedjelek, M. (2013). *Medienintegration in Grundschulen. Untersuchung zur Förderung von Medienkompetenz und der unterrichtlichen Mediennutzung in Grundschulen sowie ihrer Rahmenbedingungen in Nordrhein-Westfalen*. Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen (LfM).
- 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* (225–240). Schneider.
- Brichzin, P., Kastl, P., & Romeike, R. (2019). *Agile Schule. Methoden für den Projektunterricht in der Informatik und darüber hinaus*. hep.
- Brinda, T., Diethelm, I., Gemulla, R., Romeike, R., Schöning, J., Schulte, C., & al. (2016). *Dagstuhl-Erklärung Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Eine gemeinsame Erklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Seminars auf Schloss Dagstuhl*. Leibniz-Zentrum für Informatik.
- Brouncken, R. B., Komorek, M., & Kraus, S. (2015). Crowdfunding: The Current State Of Research. *International Business & Economics Research Journal*, 14(3).
- 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*. Börsenmedien.
- Buber, M. (1997). *Das dialogische Prinzip*. Schneider.
- Buber, M. (1999). *Reden über Erziehung: Rede über das Erzieherische. Bildung und Weltanschauung. Über Charaktererziehung*. Gütersloher Verlagshaus.

- Buddensiek, W. (2009). Fraktale Schularchitektur. In J. Böhme (Hrsg.), *Schularchitektur im interdisziplinären Diskurs. Territorialisierungskrise und Gestaltungsperspektiven des schulischen Bildungsraums* (315–329). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Burden, K., Hopkins, P., Male, T., Martin, S., & Trala, C. (2012). *iPad Scotland Evaluation*. University of Hull.
- Burden, K., & Kearney, M. (2018). Designing an educator toolkit for the mobile learning age. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 10(2), 88–99.
- 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, 2nd of June 2005 at Stuttgart Media University. Universitätsverlag Karlsruhe. <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000004726/1649>.
- Burow, O. A. (2000). Kreative Felder: Das Erfolgsgeheimnis kreativer Persönlichkeiten. *manager seminare*.
- Burow, O.-A. (2000). *Ich bin gut – wir sind besser: Erfolgsmodelle kreativer Gruppen*. 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* (98–116). Beltz.
- Bush, V. (1945). As We May Think. *The Atlantic Monthly*, 176, 101-108. <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/3881/>.
- Butter, M. (2021). „Nichts ist wie es scheint“. *Über Verschwörungstheorien* (5. Aufl.). Suhrkamp.
- Cardullo, V. M., Wilson, N. S., & Zygouris-Coe, V. I. (2015). Enhanced Student Engagement through Active Learning and Emerging Technologies. *Handbook of Research on Educational Technology Integration and Active Learning*, 1.
- Ciampi, L. (1988). *Aussenwelt – Innenwelt. Die Entstehung von Zeit, Raum und psychischen Strukturen*. Vandenhoeck & Ruprecht.
- Ciampi, L. (1997). *Die emotionalen Grundlagen des Denkens. Entwurf einer fraktalen Affektlogik*. Vandenhoeck & Ruprecht.
- Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2011). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. John Wiley & Sons.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. In L. B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, learning and instruction* (453–494). Lawrence Erlbaum.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Hrsg.). (2000). *How People Learn. Brain, Mind, Experience, and School*. National Academies Press.
- 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.
- Crockett, L., Jukes, I., & Churches, A. (2011). *Literacy Is Not Enough. 21st-Century Fluencies for the Digital Age*. Corwin.
- Csikszentmihalyi, M. (1985). *Das flow-Erlebnis: Jenseits von Angst und Langeweile – im Tun aufgehen*. Klett-Cotta.
- Csikszentmihalyi, M. (1993). *Flow. Das Geheimnis des Glücks*. 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*. Future Impacts / Bertelsmann Stiftung.
- 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*. Deutscher Taschenbuch-Verlag.
- Damasio, A. R. (2003). *Der Spinoza-Effekt: Wie Gefühle unser Leben bestimmen*. 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* (110–145). Suhrkamp.
- 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).
- Davies, A., Fidler, D., & Gorbis, M. (2011). Future work skills 2020. *Institute for the Future for University of Phoenix Research Institute*, 540.
- 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.
- 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).
- Doberer, K. (2008). Schulklima und neue Lernkultur. Differenziertes Lernen und Lehren durch optimierte Raumbedingungen. *L.A.Multimedia*, 2, 10–12.
- 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*. <https://buch.wikiway.ch/kapitel-12/>.
- Dolan, P., Leat, D., Mazzoli Smith, L., Mitra, S., Todd, Liz, & Wall, K. (2013). Self-Organised Learning Environments (SOLEs) in an English School: an example of transformative pedagogy? *The Online Educational Research Journal*, 3(11).
- Dolan, P., Leat, D., Mazzoli Smith, L., Mitra, S., Todd, Liz, & Wall, K. (2013). Self-Organised Learning Environments (SOLEs) in an English School: an example of transformative pedagogy? *Online Education Research Journal*, 3(11).
- Dolan, P., Leat, D., Mazzoli Smith, L., Mitra, S., Todd, Liz, & Wall, K. (2013). Self-Organised Learning Environments (SOLEs) in an English School: an example of transformative pedagogy? *Online Education Research Journal*, 3(11).
- 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).
- 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*. Springer.
- Dörner, R., Broll, R., Jung, B., Grimm, P., & Göbel, M. (2019). Einführung in Virtual und Augmented Reality. In R. Dörner, R. Broll, B. Jung, & P. Grimm (Hrsg.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)* (p. 1-42). Springer Vieweg.
- Drösser, C. (2016). *Total berechenbar. Wenn Algorithmen für uns entscheiden*. Hanser.
- Egloff, B. (2009). Emotionsregulation. In V. Brandstätter, & J. H. Otto (Hrsg.), *Handbuch der Allgemeinen Psychologie: Motivation und Emotion* (714–722). Hogrefe.
- 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 führender Computer, kluger Wolken und sinnsuchender Netze*. Springer.
- Erpenbeck, J., & Sauter, W. (2015). *Stoppt die Kompetenzkatastrophe*. Springer.
- Erpenbeck, J., & Sauter, W. (2016). Kann man Kompetenzen lehren. In J. Erpenbeck & W. Sauter (Hrsg.), *Stoppt die Kompetenzkatastrophe* (105–141). Springer.
- Erpenbeck, J., & Sauter, W. (Hrsg.). (2017). *Handbuch Kompetenzentwicklung im Netz. Bausteine einer neuen Lernwelt*. 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*. ZLL21.
- Fadel, C., Bialik, M., & Trilling, B. (2015). *Four-Dimensional Education. The Competencies Learners Need to Succeed*. The Center for Curriculum Redesign.
- Flitner, W. (1955). Der Kampf gegen die Stofffülle: Exemplarisches Lernen, Verdichtung und Auswahl. *Die Sammlung*, 10(1955), 556–568.
- Feierabend, S., Rathgeb, T., Kheredmand, H., & Glöckler, S. (2020). *JIM-Studie 2020. Jugend, Information, Medien*. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Feierabend, S., Rathgeb, T., Kheredmand, H., & Glöckler, S. (2021). *KIM-Studie 2020. Kindheit, Internet, Medien*. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Floridi, L. (2015). *Die 4. Revolution. Wie die Infosphäre unser Leben verändert*. Suhrkamp.
- Florio-Hansen, I. D. (2016). *Effective Teaching and Successful Learning: Bridging the Gap between Research and Practice*. Cambridge University Press.
- Fonagy, P., Gergely, G., Jurist, E. L., & Target, M. (2004). *Affektregulierung, Mentalisierung und die Entwicklung des Selbst*. Klett-Cotta.
- Ford, M. (2016). *Aufstieg der Roboter. Wie unsere Arbeitswelt gerade auf den Kopf gestellt wird und wie wir darauf reagieren müssen* (2. Ausg.). Börsenmedien AG.
- 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](http://sep4u.gr/wp-content/uploads/The_Future_of_Employment_ox_2013.pdf).
- Fullan, M., & Scott, G. (2014). *Education PLUS. The world will be led by people you can count on, including you!* Collaborative Impact SPC.
- Furió, D., Juan, M.-C., Seguí, I., & Vivó, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 189–201.
- Gallin, P. (2006). Kernideen als Brücke zwischen Erfahrung und Fachwissen. *Pädagogik*, 6(06), 10–13.
- Gallin, P., & Ruf, U. (1990). *Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz*. 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*. 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* (200–221). Cambridge University Press.
- 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* (p. 67–82). Routledge.
- Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik* 41, 6(1995), 867–888.
- Giesecke, M. (2006). *Der Buchdruck in der frühen Neuzeit. Eine historische Fallstudie über die Durchsetzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien*. Suhrkamp.
- Gilbert, F., O'Connell, C. D., Mladenovska, T., & Dodds, S. (2018). Print Me an Organ? Ethical and Regulatory Issues Emerging from 3D Bioprinting in Medicine. *Sci Eng Ethics*, 24(1), 73–91.
- Gilster, P. (1997). *Digital Literacy*. John Wiley & Sons.
- Göhlich, M. (2009). Schulraum und Schulentwicklung. Ein historischer Abriss. In J. Böhme (Hrsg.), *Schularchitektur im interdisziplinären Diskurs. Territorialisierungskrise und Gestaltungsperspektiven des schulischen Bildungsraums* (89–102). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Götz, T. (2017). *Emotion, Motivation und selbstreguliertes Lernen* (2. Aufl.). Schöningh.
- Grabensteiner, C. (2021). Die vernetzte Schulklasse. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 79–107.
- Grueveska, J. (2019). Körper und Räume. In J. Grueveska (Hrsg.), *Körper und Räume* (1–7). Springer.
- Guizzo, E., & Ackerman, E. (2016). Boston Dynamics' Marc Raibert on Next-Gen ATLAS: »A Huge Amount of Work«. *IEEE Spectrum*.

- Hague, C., & Payton, S. (2010). *Digital Literacy Across the Curriculum. A Futurelab Handbook*. Futurelab. <http://www.nfer.ac.uk/publications/FUTL06/FUTL06.pdf>.
- Hapke, T. (2012). Informationskompetenz in einer neuen Informationskultur. *tubdok.tub.tuhh.de*. 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.
- 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*. 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.
- Haßler, B., Major, L., & Hennessy, S. (2015). Tablet use in schools: A critical review of the evidence for learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(2), 139–156.
- Hatch, M. (2013). *The Maker Movement Manifesto. Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. McGraw Hill.
- Hawkins, K. (2018). Learning collaboratively through self-organised learning environments. *Scan*, 37(5).
- Heidkamp, B., & Kergel, D. (2019). Vom unternehmerischen Selbst zur kritischen Reflexion – Konzeptionselemente für ein kritisches E-Learning. In B. Heidkamp & D. Kergel (Hrsg.), *Praxishandbuch Habitussensibilität und Diversität in der Hochschullehre, Prekarisierung und soziale Entkopplung – transdisziplinäre Studien* (619–634). Springer VS
- Her Majesty's Stationery Office (1997). *Higher Education in the learning society. The Dearing Report (1997)*. Her Majesty's Stationery Office & the Queen's Printer for Scotland. <http://www.educationengland.org.uk/documents/dearing1997/dearing1997.html>.
- Herrmann, U. (2021). Die »Pädagogik guter Schule« zwischen Reformpädagogik und 21st Century Skills. In J. Zylka (Ed.), *Flip your School! Impulse für die Entwicklung und Gestaltung hybrider, personalisierter Lehr-Lernsettings* (79–97). Beltz.
- Heyse, V. (2010). Verfahren zur Kompetenzermittlung und Kompetenzentwicklung: KODE im Praxistest. In V. Heyse, J. Erpenbeck, & S. Ortmann (Hrsg.), *Grundstrukturen menschlicher Kompetenzen. Praxiserprobte Konzepte und Instrumente* (55–174). Waxmann.
- Heyse, V., Erpenbeck, J., & Michel, L. (2002). *Lernkulturen der Zukunft: Kompetenzbedarf und Kompetenzentwicklung in Zukunftsbranchen* (No. 74). QUEM-report.
- Hössle, H., & Speckert, J. (2021). Gamification im Unterricht. *Bildung.digital*. <https://www.bildung.digital/artikel/gamification-im-unterricht-teil-1-grundlagen>.
- Hof, C. (2002). Von der Wissensvermittlung zur Kompetenzorientierung in der Erwachsenenbildung. *Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung*, 49, 80–89.
- Hof, C., & Rosenberg, H. (Hrsg.). (2017). *Lernen im Lebenslauf: Theoretische Perspektiven und empirische Zugänge*. Springer.
- Holmes, W., Anastapoulou, S., Schaumburg, H., & Mavrikis, M. (2018). *Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien. Ein roter Faden*. 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).
- Hubeli, E., Pampe, B., Paßlick, U., Reich, K., Schneider, J., & Seydel, O. (2017). *Schulen planen und bauen 2.0* (2. Aufl.). Montagstiftung.
- Huber, M. (2017). Lernen und Emotion. *Jugendhilfe*, 55(5), 450–457.
- Hung, W., Jonassen, D. H., & Liu, R. (2008). Problem-based learning. In D. H. Jonassen (Hrsg.), *Handbook of research on educational communications and technology* (485–506).
- Hüther, G. (2016). *Mit Freude lernen – ein Leben lang: Weshalb wir ein neues Verständnis vom Lernen brauchen. Sieben Thesen zu einem erweiterten Lernbegriff und eine Auswahl von Beiträgen zur Untermauerung*. Vandenhoeck & Ruprecht.
- Hymel, S., Rubin, K. H., Rowden, L., & LeMare, L. (1990). Children's peer relationships: Longitudinal prediction of internalizing and externalizing problems from middle to late childhood. *In Child Development*, 61, 2004–2041.
- IBP – Fraunhofer Institut für Bauphysik (Hrsg.) (2016). *Richtlinie Akustik in Lebensräumen für Erziehung und Bildung* (2. Aufl.). Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP.
- Idel, T.-S. & Ullrich, H. (2017). *Handbuch Reformpädagogik*. Beltz.

- Ilhan, 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.
- Jäkel, A. (2013). *Gestik des Raumes*. Ernst Wasmuth.
- Jaster, R., & Lanius, D. (2019). *Die Wahrheit schafft sich ab. Wie Fake News Politik machen* (2 Aufl.). Reclam.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Johnson, L., & Adams, S. (2011). *Challenge Based Learning. The Major Findings of the Implementation Project*. The New Media Consortium.
- 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* (693–719). Simon & Schuster Macmillan.
- 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 Institute.
- Junghanns, G., & Kersten, N. (2019). *Informationsflut durch digitale Medien am Arbeitsplatz. Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten*. In GfA, Dortmund, Frühjahrskongress 2019, Dresden. GfA.
- Kaduk, S., Osmetz, D., Wüthrich, H. A., & Hammer, D. (2017). *Musterbrecher. Die Kunst, das Spiel zu drehen* (5. Aufl.). Murmann.
- 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* (181–197). Waxmann.
- Kazanidis, I., Tsinakos, A., & Lytridis, C. (2018). *Teaching mobile programming using Augmented Reality and collaborative game based learning*. Springer.
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology*, 20(0).
- 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*. KMK.
- 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*. 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*. 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* (134–146). Klinkhardt.
- Kolb, D. A., & Fry, R. (1975). Toward an applied theory of experiential learning. In C. Cooper (Hrsg.), *Theories of Group Process*. John Wiley.
- Koller, F., & Limbach, T. (2009). *Dem Kultobjekt auf der Spur*. User Interface Design GmbH.
- 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*. hep.
- Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2. Aufl.) (275–297). Cambridge University Press.

- Krajcik, J. (2015). Project-based science: Engaging students in three-dimensional learning. *The Science Teacher*, 82(1), 25–27.
- 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*. Michigan State University.
- Krappmann, L. (2000). Soziales Leben und Lernen im Klassenzimmer. In H. Merckens & J. Zinnecker (Hrsg.), *Jahrbuch Jugendforschung* (99–116). Leske und Budrich.
- 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/>.
- Kraus, K. (2015). Dem Lernen Raum geben: Planung, Gestaltung und Aneignung pädagogischer Orte. In E. Nuissl, & H. Nuissl (Hrsg.), *Bildung im Raum* (17–32). Schneider Hohengehren.
- Kraus, K., & Meyer, N. (2015). Handlungsräume von Kursleitenden in der Erwachsenenbildung: Eine empirische Rekonstruktion zur Vermittlungstätigkeit und ihren Bedingungen. In C. Bernhard, K. Kraus, S. Schreiber-Barsch, & R. Stang (Hrsg.), *Erwachsenenbildung und Raum: Theoretische Perspektiven – professionelles Handeln – Rahmungen des Lernens* (143–154). Bertelsmann.
- Kullik, A., & Petermann, F. (2012). *Emotionsregulation im Kindesalter*. Hogrefe.
- Künkler, T. (2011). *Lernen in Beziehung: zum Verhältnis von Subjektivität und Relationalität in Lernprozessen*. Transcript.
- Künkler, T. (Hrsg.) (2014). *Schule neu gedacht – Schule neu gemacht. Die moderne Schule. Reformpädagogische Unterrichtsentwicklung*. StudienVerlag.
- Laging, R. (2017). *Bewegung in Schule und Unterricht. Anregung für eine bewegungsorientierte Schulentwicklung*. Kohlhammer.
- Lanier, J. (2018). *Anbruch einer neuen Zeit. Wie Virtual Reality unser Leben und unsere Gesellschaft verändert*. Hoffmann und Campe.
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2010). *The Main Course, Not Dessert. How Are Students Reaching 21st Century Goals? With 21st Century Project Based Learning*. Buck Institute for Education.
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2010). 7 Essentials for Project-Based Learning. *Educational Leadership*, 68(1), 34–37.
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2012). *8 Essentials for Project-Based Learning*. Buck Institute for Education.
- Laurel, B. (2016). AR and VR: Cultivating the Garden. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 25(3), 253–266.
- Lave, J., & Wenger, É. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- LeDoux, J. E. & Griese, F. (2004). *Das Netz der Gefühle. Wie Emotionen entstehen*. dtv.
- Lee, C.-J. (2015). Project-based learning and invitations: a comparison. *Journal of Curriculum Theorizing*, 1(3), 63–73.
- Levy, F., & Murnane, R. J. (2012). *The New Division of Labor*. Princeton University Press.
- 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.
- Lucas Education Research (2021a). *The Evidence is Clear: Rigorous Project-Based Learning is an Effective Lever for Student Success*. 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*. Lucas Education Research.
- Löw, M. (2012). *Raumsoziologie* (7. Aufl.). Suhrkamp.
- 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* (141–157). De Gruyter Saur.
- 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*. Campus.

- Mandl, H., Gruber, Hans, & Renkl, A. (1993). Das träge Wissen. *Psychologie heute*, 64-69.
- Martin, J.-P. (1985). *Die Methode Lernen durch Lehren. Thesenpapier*. <http://www.idl/uebersicht/beschreibung.htm>.
- Mattila, P. (2015). Developing the learning environment is a change process of the pedagogical operational culture. In P. Mattila & P. Silander (Hrsg.), *How to Create the School of the Future. Revolutionary Thinking and Design from Finland* (69–83). University of Oulu. <https://www.class-ter.com/wp-content/uploads/2016/09/How-to-create-the-school-of-the-future.pdf>.
- Maxwell, N. L., Bellisimo, Y., & Mergendoller, J. (2001). Problem-Based Learning: Modifying the Medical School Model for Teaching High School Economics. *The Social Studies, March/April 2001*, 73–78.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big Data: Die Revolution, die unser Leben verändern wird*. REDLINE.
- McLuhan, M. (1962). *The Gutenberg Galaxy. The Making of Typographic Man*. University of Toronto Press.
- McLuhan, M. (1995). *Die Gutenberg-Galaxis. Das Ende des Buchzeitalters*. Addison-Wesley.
- Mergendoller, J. R., Markham, T., Ravitz, J., & Larmer, J. (2006). Pervasive management of project based learning: Teachers as guides and facilitators. *Handbook of Classroom Management: Research, Practice, and Contemporary Issues*. Lawrence Erlbaum.
- Mergendoller, J. R., & Thomas, J. W. (2001). *Managing project based learning: Principles from the field*. 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).
- 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/lbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_LBH.pdf.
- Ministry of Education and Culture (2015). *The new core curriculum for basic education emphasises the joy of learning*. Ministry of Education and Culture. <https://minedu.fi/en/-/the-new-core-curriculum-for-basic-education-emphasises-the-joy-of-learning>.
- Mitchell, S. (2008). *Komplexitäten. Warum wir erst anfangen, die Welt zu verstehen*. Suhrkamp.
- Mitra, S. (2005). Self organising systems for mass computer literacy: Findings from the hole in the wall experiments. *International Journal of Development Issues*, 4(1), 71–81.
- Mitra, S. (2010). *SOLE. How to Bring Self-Organized Learning Environments to Your Community*. <https://thebusinesscircus.files.wordpress.com/2013/02/soletoolkit.pdf>.
- Mitra, S. (2010). *The child-driven education (TED presentation)*. https://www.ted.com/talks/sugata_mitra_the_child_driven_education.
- Mitra, S. (2014). The future of schooling: Children and learning at the edge of chaos. *PROSPECTS*, 44(4), 547–558.
- Mitra, S. (2020). *The School in the Cloud. The Emerging Future of Learning*. Corwin.
- Mitra, S., & Crawley, E. (2014). Effectiveness of Self-Organised Learning by Children: Gateshead Experiments. *Journal of Education and Human Development*, 3.
- 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., & Judge, P. (2004). *The hole in the wall. Dataquest India*. <https://www.dqindia.com/the-hole-in-the-wall/>.
- 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*.
- 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* (16–31). Springer VS.
- Montag Stiftung (Hrsg.) (2012). *Schulen planen und bauen. Grundlagen und Prozesse*. 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* (40-48). hep.
- Moylan, W. A. (2008). Learning by project: Developing essential 21st century skills using student team projects. *International Journal of Learning*, 15(9), 287–292.

- Müller-Naendrup, B. (2013). Lernwerkstätten als „Dritte Pädagogen“. Räumliche Botschaften von Lernwerkstätten an Hochschulen. In H. Coelen & B. Müller-Naendrup (Hrsg.), *Studieren in Lernwerkstätten* (193–206). Springer Fachmedien.
- 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.
- New Pedagogies for Deep Learning. A Global Partnership (2020). *Socio-Emotional Learning, Well-being, and the Global Competencies: Five Things We Know*. Education in Motion (New Pedagogies for Deep Learning). <https://deep-learning.global/wp-content/uploads/2020/06/SEL-and-Deep-Learning-5-things-we-know-Edu-Reimagined.pdf>.
- Nocun, K., & Lamberty, P. (2020). *Fake Facts. Wie Verschwörungstheorien unser Denken bestimmen*. Bastei Lübbe.
- November, A. (2012). *Who Owns the Learning? Preparing Students for Success in the Digital Age*. Solution Tree Press.
- Nugel, M. (2014). *Erziehungswissenschaftliche Diskurse über Räume der Pädagogik. Eine kritische Analyse*. 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* (55–65). Bertelsmann.
- 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, Germany. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- 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*. Basic Books.
- Paradowski, M. B. (2014). Classrooms in the cloud or castles in the air? *Voices*, 239, 8-10.
- Pariser, E. (2011). *The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You*. 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://scienceeducation.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj8661/f/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* (3–22). Beltz.
- Pellert, A. et al. (2021). *Lernen neu denken. Das Hagener Manifest zu New Learning*. FernUniversität Hagen.
- Peschel, F. (2002). *Offener Unterricht. Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept zur Diskussion. Teil 1: Allgemeindidaktische Überlegungen*. Schneider Hohengehren.
- Peschel, F. (2015). Selbständigkeit lernt man durch Selbständigkeit. ... und nicht durch selbstorganisiertes Abarbeiten fremder Vorgaben. *Pädagogik*, 2(67).
- Petillon, H. (1993). *Das Sozialleben des Schulanfängers*. 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* (126–138). Verlag Empirische Pädagogik.
- Pfrang, A., & Rauh, A. (2017). Lernen im Raum. Methodologische Überlegungen zur Erforschung atmosphärischer Einflüsse auf kindliches Lernen. In M. Brinkmann, M. F. Buck & S. Sales Rödel (Hrsg.), *Pädagogik. Phänomenologie. Verhältnisbestimmungen und Herausforderungen* (291–307). Springer VS.
- Pink, D. H. (2010). *Drive. Was Sie wirklich motiviert*. Ecowin.

- Pivec, M. (2004). *Guidelines for game based learning*. Pabst Science Publ.
- Poore, M. (2013). *Using Social Media in the Classroom. A Best Practice Guide*. Sage.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-based Learning*. 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!* Paragon House.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93, 223–231.
- Prose, A., Damnik, G., & Körndle, H. (2011). Learners-as-Designers: Wissensräume mit kognitiven Werkzeugen aktiv nutzen und konstruieren. In *Wissensgemeinschaften Digitale Medien - Öffnung und Offenheit in Forschung und Lehre*. Waxmann.
- 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*. Universität Basel. Institut für Sport und Sportwissenschaften.
- Radisch, F., Stecher, L., Fischer, N., & Klieme, E. (2014). Was wissen wir über die Kompetenzentwicklung in Ganztagschulen. In C. Rohlf, M. Harring, & C. Palentien (Hrsg.), *Kompetenz-Bildung* (313–326). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- 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.
- Ramge, T. (2019). *Mensch und Maschine. Wie künstliche Intelligenz und Roboter unser Leben verändern*. Reclam.
- Rankin, W. (2011). *Mobile Learning at ACU: Full Presentation*. <https://youtu.be/sSPA641oc5Q>.
- Rau, S. (2017). *Räume. Konzepte, Wahrnehmungen, Nutzungen* (2. Aufl.). 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*. Buck Institute for Education.
- Ravitz, J., & Mergendoller, J. (2005). *Evaluating implementation and impacts of problem based economics in US high schools*. Buck Institute for Education.
- Ravitz, J., Mergendoller, J., Markham, T., & Thorsen, C. (2004). Online Professional Development for Project Based Learning: Pathways to Systematic Improvement. *Beryl 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.
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen. Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47(2), 78–92.
- Richards, S., Zuckerbrod, N., De Vivo, K., Felsen, K., Paulger, C., & Udall, D. (2021). *High-Quality Professional Learning for Project-Based Learning*. Lucas Education Research.
- Riedl, R. (2000). *Strukturen der Komplexität: eine Morphologie des Erkennens und Erklärens*. Springer.
- Ritzer, G., & Vogel, S. (2006). *Die McDonaldisierung der Gesellschaft* (4. Aufl.). UVK.
- Robinson, K. (2010). Her mit der Lern-Revolution! TED2010. https://www.ted.com/talks/sir_ken_robinson_bring_on_the_revolution?language=de (Zugriff: 20.10.2021)
- Rolff, H.-G., & Thünken, U. (2020). *Digital gestütztes Lernen*. 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*. 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* (9.7.2021, Trans.). 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/>.

- Roth, G. (2004). Warum sind Lehren und Lernen so schwierig. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50(4), 496–506. http://www.pedocs.de/volltexte/2011/4823/pdf/ZfPaed_2004_4_Roth_Warum_sind_Lehren_und_Lernen_D_A.pdf.
- Roth, G. (2011). *Bildung braucht Persönlichkeit. Wie Lernen gelingt*. Klett-Cotta.
- Roth, G., & Lück, M. (2010). Mit Gefühl und Motivation lernen. Neurobiologische Grundlagen der Wissensvermittlung im Training. *Weiterbildung. Zeitschrift für Grundlagen, Praxis und Trends*, 1, 40–43.
- 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*. Beltz.
- Ruppaner, S., & Schöler, T. (2017). Wie funktioniert das Betriebssystem Schule an der Gemeinschaftsschule Wutöschingen? *Lehren & Lernen* 6, 9–12.
- Ryan, R. M. (2016). 66 The Empirical Study of Human Autonomy Using Self-Determination Theory. *Scientists Making a Difference: One Hundred Eminent Behavioral and Brain Scientists Talk about Their Most Important Contributions*, 311.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemp Educ Psychol*, 25(1), 54–67.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000b). 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*. USC Dornsief. Center for Economic and Social Research.
- Sadar, I. T. (2018). *Changing Role of Teachers in the 21st Century!* <https://medium.com/@itsardar/changing-role-of-teachers-in-the-21st-century-5acb47a23a33>.
- Salmon, G. (o.J.). Carpe Diem: A team based approach to learning design. <https://www.gillysalmon.com/carpe-diem.htm>.
- 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*. Springer.
- Savin-Baden, M. (2000). *Problem-based learning in higher education: Untold stories*. McGraw-Hill International.
- Schleicher, A. (2018). *World Class: How to Build a 21st-Century School System, Strong Performers and Successful Reformers in Education*. 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*. 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.
- Schöler, T., & Schabinger, V. (2017). Unterricht ergänzt die Freiarbeit und nicht umgekehrt. Lernen an der Alemannenschule Wutöschingen. *Lehren & Lernen*, 6, 4–9.
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. 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* (33–47). De Gruyter Saur.
- Schroer, M. (2019). *Räume der Gesellschaft. Soziologische Studien*. 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.*, Beltz Deutscher Studienverlag. Beltz Deutscher Studienverlag.
- Schüßler, I. (2003). Ermöglichungsdidaktik – eine didaktische Theorie. In R. Arnold, & I. Schüßler (Hrsg.), *Ermöglichungsdidaktik* (76–97). Schneider Hohengehren.
- Schüßler, I. (2008). Die emotionalen Grundlagen nachhaltigen Lernens – theoretische und empirische Erkenntnisse. In R. Arnold, & G. Holzapfel (Hrsg.), *Emotionen und Lernen. Die vergessenen Gefühle in der (Erwachsenen-)Pädagogik*. Schneider Hohengehren.

- 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> (Zugriff: 20.10.2021).
- Seemann, M. (2014). *Das neue Spiel. Strategien für die Welt nach dem digitalen Kontrollverlust*. Orange Press.
- Sennett, R. (2005). *Die Kultur des neuen Kapitalismus*. Berlin Verlag.
- 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*. Lucas Education Research.
- Seydel, O. (2011). »... und sie bewegen sich, weil die Zeit sich bewegt.« Anmerkungen zum Wandel der Lehrerrolle. *Die Grundschulzeitschrift*, 25(242.243), 14 Ermöglichungsdidaktik – eine didaktische Theorie 17.
- Siebert, H. (2011). *Selbstgesteuertes Lernen und Lernberatung* (3. Aufl.). Wolters Kluwer.
- Siemens, G. (2005). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*. https://jotamac.typepad.com/jotamac_weblog/files/Connectivism.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* (9–25). University of Oulu. <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).
- 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.
- Slavin, R. E. (1991). Synthesis of Research of Cooperative Learning. *Educational leadership*, 48(5), 71–82.
- Smith, J. (2014). How Apple can improve students struggling with writing. *eSchool News. Daily Tech News & Innovation*, 12. Mai 2014. <https://www.eschoolnews.com/2014/05/12/students-struggling-writing-341/> (Zugriff: 20.10.2021)
- 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/Reg-Data/etudes/STUD/2021/656311/EPRS_STU\(2021\)656311_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/Reg-Data/etudes/STUD/2021/656311/EPRS_STU(2021)656311_EN.pdf) (Zugriff: 20.10.2021)
- Stalder, F. (2016). *Kultur der Digitalität*. Suhrkamp.
- Stang, R. (2014). Multifunktionalität als Option. Gestaltung von Lern- und Informationsräumen. In O. Eigenbrodt, & R. Stang (Hrsg.): *Formierungen von Wissensräumen. Optionen des Zugangs zu Information und Bildung* (81–93). De Gruyter Saur.
- Stang, R. (2016). *Lernwelten im Wandel. Entwicklungen und Anforderungen bei der Gestaltung zukünftiger Lernumgebungen*. De Gruyter Saur.
- Stang, R. (2017). Analoger Körper im digitalen Raum. Lernen im Zeichen einer ambivalenten Kontextualisierung In F. Thissen (Hrsg.), *Lernen in virtuellen Räumen. Perspektiven des mobilen Lernens* (28–38). De Gruyter Saur.
- Stark, L., Park, B., & Brünken, R. (2018). Emotionen beim Lernen mit Multimedia. In S. Ladel, J. Knopf, & A. Weinberger (Hrsg.), *Digitalisierung und Bildung* (141–158). Springer VS.
- 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*, 2(2003).
- Victoria, S. G. (2011). *iPads for Learning. In Their Hands Trial. Evaluation Report*. Department of Education and Early Childhood Development.
- Stephens, K. K., & Pantoja, G. E. (2016). Mobile Devices in the Classroom: Learning Motivations Predict Specific Types of Multicommunicating Behaviors. *Communication Education*, 2016.
- Stilz, M., Ebner, M., & Schön, S. (2020). Maker Education. Grundlagen der werkstatorientierten digitalen Bildung in der Schule und Entwicklungen zur Professionalisierung der Lehrkräfte. In *Digital?! Perspektiven der Digitalisierung für den Lehrerberuf und die Lehrerbildung* (143–159). Waxmann.
- Stöckli, G. (1997). *Eltern, Kinder und das andere Geschlecht. Selbstwerdung in sozialen Beziehungen*. Juventa.
- Strittmatter, K. (2018). *Die Neuerfindung der Diktatur*. Piper.
- Stübiger, F., & Schäfer, C. (2003). *Selbstständiges Lernen in der Schule*. Kassel University Press.
- Sühl-Strohmeier, W. (2012). *Handbuch Informationskompetenz*. Walter de Gruyter.
- Surowiecki, J. (2007). *Die Weisheit der Vielen. Warum Gruppen klüger sind als Einzelne*. 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.
- Tegmark, M. (2017). *Leben 3.0. Mensch sein im Zeitalter Künstlicher Intelligenz*. Ullstein.
- 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. Birkgit (Hrsg.), *Digitale Medien in der Schule (7–34)*. Raabe.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. 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. (1970). *Future shock*. Random House.
- Toffler, A. (1971). *Der Zukunftsschock*. Scherz.
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. William Morrow.
- Topping, K., & Ehly, S. (1998). *Peer-assisted learning*. Routledge.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills. Learning for Life in our Times*. Jossey-Bass.
- Ullrich, D. (2017). Robot Personality Insights. Designing Suitable Robot Personalities for Different Domains. *i-com*, 16(1), 57–67.
- 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.
- 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.). 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.). dtv.
- Volland, H. (2018). *Die kreative Macht der Maschinen*. Beltz.
- Wagner, T. (2015). *Robokratie. Google, Facebook, das Silicon-Valley und der Mensch als Auslaufmodell*. Papyrossa.
- Wagner, T. (2008). *The Global Achievement Gap. Why Even Our Best Schools Don't Teach The New Survival Skills Our Children Need—And What We Can Do About It*. Basic Books.
- 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* (151–162). hep.
- Wahl, D. (2020). *Wirkungsvoll unterrichten in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung. Von der Organisation der Vorkenntnisse bis zur Anbahnung professionellen Handelns*. Julius Klinkhardt.
- Wampfler, P. (2014). *Generation »Social Media«. Wie digitale Kommunikation Leben, Beziehungen und Lernen Jugendlicher verändert*. Vandenhoeck & Ruprecht.
- Wamser, P., & Leyk, D. (2003). Einfluss von Sport und Bewegung auf Konzentration und Aufmerksamkeit: Effekte eines «Bewegten Unterrichts» im Schulalltag. *Sportunterricht*, 57 (8).
- 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?* 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*. Huber.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (17–31). Beltz.
- Weisblat, G. Z., Stiles, E. A., & McClellan, J. D. (2019). Does the Innovation Really Work? Effectiveness of self-organized learning environment (SOLE) in the classroom. *Childhood Education*, 95(2), 60–66.
- 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* (225–238). De Gruyter Saur.
- Whiting, K. (2020). These are the top 10 job skills of tomorrow – and how long it takes to learn them. <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/>.

- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J. 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 (29–44). Springer Fachmedien.
- 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.
- Wygotski, L. S. (1964). *Denken und Sprechen*. Herausgegeben von Johannes Helm und eingeleitet von Thomas Luckmann. Aus dem Russischen übersetzt von Gerhard Sewekow. *Russische Originalausgabe 1934*. Fischer.
- Wylie, C. (2020). *Minf*ck. Wie die Demokratie durch Social Media untergraben wird*. Dumont.
- Yetkiner, Z. E., Anderoglu, H., & Capraro, R. M. (2008). *Research summary: Project-based learning in middle grades mathematics*. Buck Institute for Education.
- Young Digital Planet (2015). *The Book of Trends in Education 2.0*. Young Digital Planet. <https://www.ydp.eu/assets/pdf/The-Book-of-Trends-in-Education-2.0-YDP.pdf>.
- Youniss, J. (1980). *Parents and peers in social development*. University Press.
- Zimmerman. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. *Contemp Educ Psychol*, 25(1), 82-91.
- Zimmermann, E., & Skrobaneck, J. (2015). „Glaube an dich, dann schaffst du es auch?!“ – Die Rolle der allgemeinen Selbstwirksamkeitsüberzeugung im Ausbildungsübergang. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 18(2), 351–374.
- Zuboff, S. (2018). *Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus*. Campus.
- Zuckerbrod, N., De Vivo, K., & Udall, D. (2021). *Enabling Conditions for Scaling Project-Based Learning*. Lucas Education Research.
- Zylka, J. (Hrsg.). (2017). *Schule auf dem Weg zur personalisierten Lernumgebung. Modelle neuen Lehrens und Lernens*. Beltz.