Szenarien lernförderlicher IT-Infrastrukturen in Schulen

Betriebskonzepte, Ressourcenbedarf und Handlungsempfehlungen

Andreas Breiter, Björn Eric Stolpmann, Anja Zeising
im Auftrag der Bertelsmann Stiftung

BertelsmannStiftung

Szenarien lernförderlicher IT-Infrastrukturen in Schulen

Betriebskonzepte, Ressourcenbedarf und Handlungsempfehlungen

Prof. Dr. Andreas Breiter
Björn Eric Stolpmann
Dr. Anja Zeising
Institut für Informationsmanagement Bremen GmbH (ifib)
im Auftrag der Bertelsmann Stiftung

Inhalt

Vorwort **2**

1 Zusammenfassung **4**

2 Ausgangslage **5**

3 Medienintegration als Mehrebenenproblem **8**
3.1 Dimensionen schulischer Medienintegration 9
3.2 Mehrebenenmodell der Medienintegration 10
3.3 Lernförderliche Infrastrukturen 12

4 Nationale und internationale Fallstudien **14**
4.1 Projekte in Deutschland 14
4.2 Internationale Projekte 21

5 Szenarien lernförderlicher IT-Infrastrukturen **24**
5.1 Aufgabenteilung zwischen Land, Kommune und Schule 24
5.2 Schulbezogene Ausstattungsszenarien 27
5.3 Einbeziehung privater Endgeräte (BYOD) 29

6 Kostenabschätzung **32**
6.1 Basisangebote der Länder 32
6.2 Basisinfrastrukturangebote der Kommunen 34
6.3 Schulinfrastruktur 39
6.4 Zusammenfassung der Gesamtkosten 44

7 Fazit und Handlungsempfehlungen **47**

Literatur **49**

Vorwort

Kinder und Jugendliche wachsen heute völlig selbstverständlich mit Smartphone, Tablet, Notebook & Co auf. Die digitalen Medien bieten zweifelsohne Chancen für den Einzelnen – aber sie bergen auch Risiken. Schulen in Deutschland stehen vor der Herausforderung, die Heranwachsenden zu einem selbstbestimmten und kritischen, aber auch zu einem produktiven und kreativen Umgang mit digitalen Medien zu befähigen. Hierbei geht es nicht nur um Medienkompetenz, sondern auch um das Potenzial digitaler Medien für das fachliche Lernen: Digitale Medien können Lernprozesse individualisieren helfen und das selbstständige Lernen unterstützen.

Der selbstverständliche Einsatz digitaler Medien fürs Lernen benötigt eine verlässliche, alltagstaugliche und lernförderliche IT-Infrastruktur. Die IT-Ausstattung einer Schule muss sich an den pädagogischen Bedürfnissen orientieren und sich technisch reibungslos und flexibel im Unterricht (oder auch zuhause) einsetzen lassen.

Die vorliegende Studie von Andreas Breiter, Björn Eric Stolpmann und Dr. Anja Zeising beschreibt die technischen, organisatorischen und finanziellen Voraussetzungen für die Bereitstellung einer solchen IT-Infrastruktur. Da Bereitstellung und Nutzung einer technischen Infrastruktur an der Schnittstelle von inneren und äußeren Schulangelegenheiten liegt, stützen die Autoren sich dabei auf ein Mehrebenenmodell der Medienintegration, das den unterschiedlichen Zuständigkeiten innerhalb des deutschen Schulsystems Rechnung trägt.

Wie genau die Ausstattung einer Schule mit Endgeräten aussehen sollte, hängt von den beabsichtigten pädagogischen Einsatzformen und Zielen der jeweiligen Schule ab. Es gibt kein technisches Szenario, das per se einem anderen überlegen ist. Auch führt allein das Vorhandensein digitaler Medien nicht automatisch zu einer Verbesserung der Unterrichtsqualität. Ganz im Gegenteil: Man kann auch mit digitalen Medien schlechten Unterricht machen. Entscheidend für den Erfolg sind die Zielsetzungen und die didaktisch-methodischen Überlegungen, die dem Medieneinsatz vorausgehen. Digitale Medien können die Handlungsmöglichkeiten von Lehrkräften erweitern und fachdidaktische Settings ermöglichen, die ohne den Einsatz digitaler Medien nicht oder nur mit großem Aufwand bewerkstelligt werden könnten.

Um diesen pädagogischen Erwägungen Rechnung zu tragen, favorisieren die Autoren der Studie kein bestimmtes Ausstattungsszenario, sondern arbeiten stattdessen drei alternative Varianten aus. Im ersten Szenario wird eine Schüler-Computer-Relation von 5:1 umgesetzt. Im zweiten Szenario verfügen alle Schülerinnen und Schüler über ein individuelles Endgerät. Außerdem thematisieren die Autoren die Möglichkeit der Nutzung privater Endgeräte im Unterricht (Bring Your Own Device): Da zukünftig immer mehr Jugendliche und Lehrkräfte über eigene mobile Endgeräte verfügen werden, könnten sich diese prinzipiell in Lern- und Lehrkontexten einsetzen lassen. Der Schulträger spart bei einem solchen Szenario die Kosten für die Anschaffung der Endgeräte, muss aber dafür einen infrastrukturellen Rahmen schaffen, der sicherstellt, dass die Nutzer mit ihrem eigenen Endgerät auf im Unterricht zu nutzende Daten, Anwendungen und Medieninhalte zugreifen können.

Unser Dank für die Erstellung dieser Expertise gilt Professor Dr. Andreas Breiter, Björn Eric Stolpmann und Dr. Anja Zeising vom Institut für Informationsmanagement Bremen GmbH (ifib). Mit der von ihnen vorgelegten Berechnungsgrundlage steht den mit der IT-Ausstattung an Schulen befassten Entscheidungsträgern auf den unterschiedlichen Ebenen eine konkrete und belastbare Grundlage für ihre Planungen zur Verfügung.

Christian Ebel
Project Manager
Integration und Bildung
Bertelsmann Stiftung

Dirk Zorn
Senior Project Manager
Integration und Bildung
Bertelsmann Stiftung

1 Zusammenfassung

Da die fortschreitende Mediatisierung aller Lebens- und Arbeitsbereiche auch vor den Schulen und den schulischen Lern- und Lehrprozessen nicht haltmachen wird, ist es aufgrund der rasanten Geschwindigkeit des Wandels unabdingbar, eine verlässliche und lernförderliche IT-Infrastruktur bereitzustellen. Nach den gesetzlichen Grundlagen des deutschen Schulsystems sind hierfür im Kern die kommunalen Schulträger verantwortlich, auch wenn die Bundesländer und die Schulen ihren Anteil daran haben. Eine lernförderliche IT-Infrastruktur stellt damit eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingung für die Arbeit mit digitalen Medien in der Schule dar, sei es für den (fach-)didaktischen Einsatz und/oder die Förderung der Medienkompetenz. Selbst wenn die Lernwirksamkeit der Mediennutzung bislang nicht eindeutig messbar ist und es Zweifel gibt, ob eine direkte Zuordnung von Lernzuwächsen und Medieneinsatz überhaupt möglich ist, stehen die Schulen vor der Herausforderung, die zunehmend durch Medien geprägte Lebenswirklichkeit der Kinder und Jugendlichen auch innerhalb der Schule zu berücksichtigen und zu reflektieren. Dabei können digitale Medien das ihnen von vielen Expertinnen und Experten zugeschriebene Potenzial nur dann entfalten, wenn dafür die technischen, organisatorischen und finanziellen Voraussetzungen geschaffen worden sind.

Die Expertise stützt sich dabei auf ein Mehrebenenmodell der Medienintegration, um der Komplexität des deutschen Schulsystems gerecht zu werden und die verschiedenen Akteure angemessen zu berücksichtigen. Mithilfe nationaler und internationaler Fallstudien zu verschiedenen Aspekten der Medienintegration werden dann Szenarien zur Beschreibung lernförderlicher IT-Infrastrukturen entwickelt. Hier stehen die Schulen der Sekundarstufe I und II im Vordergrund, eine Übertragung auf Grundschulen und berufliche Schulen wird dabei skizziert. Um eine handhabbare Abschätzung der einmaligen und laufenden Kosten der IT-Infrastruktur auf Basis der Szenarien zu ermöglichen, werden bestimmte Kostenfaktoren für zentrale Komponenten wie Netz, Basisausstattung, Lizenzen oder Dienste und die dazugehörigen Prozesskosten verallgemeinert. Darauf aufbauend sind Ausstattungsszenarien in Bezug auf die Endgeräte für eine Modellschule entwickelt worden und eine exemplarische Abschätzung finanzieller Aufwendungen durchgeführt worden.

Insgesamt zeigt sich eine erhebliche Spannbreite an Kosten je nach Ausstattungsmodell (jährlich pro Schülerin und Schüler zwischen 95 € (5:1-Relation) und 465 € (1:1-Relation), die für eine lernförderliche IT-Infrastruktur veranschlagt werden müssen. Die exakten Kosten hängen zudem von den lokalen Begebenheiten (bspw. Stadtnetz versus Telekommunikationsanbieter, kommunaler IT-Dienstleister) und den rechtlichen Rahmenbedingungen (bspw. Lernmittelfreiheit) sowie Modellen zur Elternbeteiligung ab und müssen für jede Schulregion bzw. Kommune im Rahmen eines Medienentwicklungsplans berechnet werden.

2 Ausgangslage

Die Relevanz der digitalen Medien für das schulische Lernen steht mittlerweile außer Frage, unabhängig davon, ob sie als didaktisches Lernmittel eingesetzt oder von den Schülerinnen und Schülern als Werkzeuge zum Lernen genutzt werden. Parallel dazu gewinnen die Thematisierung digitaler Medien als Unterrichtsinhalt und damit der Erwerb von Medienkompetenz weiter an Bedeutung. Alle drei Aspekte werden nur dann zu einem selbstverständlichen Bestandteil der schulischen Lern- und Lehrkultur, wenn es zu einer breiten und dauerhaften Integration der digitalen Medien in den Schulalltag kommt. Inzwischen nutzen die meisten Lehrkräfte den Computer und das Internet für die Unterrichtsvorbereitung. Die Mehrheit erachtet auch den schulischen Einsatz der digitalen Medien als sinnvoll. Dennoch setzt nur eine relativ kleine Gruppe die digitalen Medien selbstverständlich und regelmäßig im Unterricht ein. Aber selbst dann werden die Medien primär in einer Art und Weise verwendet, die bestehende Unterrichtspraxen unterstützt und bewahrt. Damit wird das Potenzial der digitalen Medien zur individuellen Förderung von Schülerinnen und Schülern derzeit kaum ausgeschöpft.

Aktuelle Studien in Grundschulen (Breiter et al. 2013; Eickelmann et al. 2014) und in weiterführenden Schulen (Bos 2014; Breiter et al. 2010) zeigen, dass die technische Ausstattung der Schulen, der Lehrkräfte und der Schülerinnen und Schüler eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingung darstellt. Hierbei liegen deutsche Schulen im Vergleich zu Schulen in anderen westlichen Industrienationen deutlich zurück. Das gilt für die Verfügbarkeit von interaktiven Whiteboards im Klassenraum über die Verbindungsmöglichkeiten zum Internet über ein lokales WLAN bis zur Nutzung mobiler Endgeräte. Die im Rahmen der ICILS-Studie erhobenen Daten weisen ein Schüler-Computer-Verhältnis in Deutschland (in Schulen, die eine Klasse 8 unterrichten) von 11,5 zu 1 aus (in Norwegen 2,4 zu 1 und in Australien 2,6 zu 1). Die Daten der teilnehmenden Länder sind in Tabelle 1 dargestellt[1].

(Bos et al. 2014) kommen zu folgender zentraler Empfehlung: „Modernisierung der schulischen IT-Ausstattung, die sich sowohl an den pädagogischen Bedürfnissen als auch an dem Stand der technologischen Entwicklung orientiert und welche sich technisch reibungslos und flexibel im Unterricht einsetzen lässt“ (2014: 19). Leider schreiben sie nicht, wie diese finanziert und dauerhaft betrieben werden soll. Spätestens seit den ersten TCO-Studien aus den 1990er Jahren ist bekannt, dass neben einer IT-Infrastruktur auch Prozesse zu ihrem dauerhaften Betrieb, v. a. für die Unterstützung der Nutzerinnen und Nutzer, unerlässlich sind. Die für Deutschland typische und in keinem anderen Land zu findende Trennung zwischen inneren und äußeren Schulangelegenheiten in einem föderalen Schulsystem macht es erforderlich, nicht nur die zentralstaatliche Ebene des jeweiligen Schulministeriums und die Einzelschule, sondern insbesondere die kommunalen Schulträger als Sachaufwandsträger zu berücksichtigen. Damit werden rechtliche Fragen von Lehr- und Lernmitteln und dem Konnexitätsprinzip[2] adressiert und sie reichen bis hin in sozialpolitische Entscheidungen, wenn ein mobiles Endgerät durch Eltern finanziert werden müsste.

[1] In der Sekundäranalyse von PISA 2012 (OECD 2015) wird von einem Verhältnis von etwa 4:1 berichtet, das den möglichen Zugriff einer Klassenstufe auf Computer meint. Eine erste Skalierung auf Schulebene, basierend auf unseren Daten und Erfahrungswerten aus der kommunalen Medienentwicklungsplanung und weiteren Untersuchungen, stützen die Angaben der ICILS-Studie.

[2] Das Konnexitätsprinzip ist eine „verfassungsrechtliche und finanzwissenschaftliche Regel, nach der die Kosten für die Erfüllung einer öffentlichen Aufgabe (Finanzierungshoheit) von demjenigen Aufgabenträger zu tragen sind, der über Art und Intensität der Aufgabenerfüllung entscheidet (wer bestellt, bezahlt)“ (Springer Gabler Verlag [Hrsg.]: Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Konnexitätsprinzip, online http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/7796/konnexitaetsprinzip-v10.html).

Tabelle 1: IT-Ausstattung an Schulen pro Schülerin und Schüler (Bos et al. 2014: 161)

		Schüler-Computer-Verhältnis		Anzahl der für Schüler zugänglichen Computer	
	Teilnehmer	**M**	**(SE)**	**M**	**(SE)**
[1] [2]	Norwegen	2.4:1	(0,1)	158	(8.2)
	Australien	2.6:1	(0.3)	694	(28.6)
[3]	Dänemark	4.2:1	(0.4)	177	(14.8)
[3]	Niederlande	5.3:1	(0.8)	249	(28.1)
[2]	*Kanada (N. & L.)*	5.5:1	(0.0)	92	(0.2)
	Kanada (O.)	6.2:1	(0.3)	98	(6.6)
[3]	Schweiz	7.0:1	(0.6)	93	(15.6)
[2] [3]	Hongkong	8.3:1	(0.8)	141	(6.2)
	Slowakische Republik	9.3:1	(0.5)	47	(1.8)
	Tschechische Republik	9.7:1	(0.3)	46	(1.2)
	Polen	10.4:1	(0.5)	29	(1.2)
	Deutschland	**11.5:1**	**(0.8)**	**67**	**(3.3)**
	VG EU	**11.6:1**	**(0.2)**	**80**	**(3.6)**
	Litauen	13.1:1	(0.7)	53	(2.8)
[4]	Thailand	13.9:1	(0.9)	144	(8.9)
	Slowenien	15.2:1	(0.5)	32	(0.9)
	VG OECD	**15.3:1**	**(1.3)**	**132**	**(3.6)**
[2] [4]	Russische Föderation	17.2:1	(1.0)	56	(3.7)
	Internat. Mittelwert	**18.0:1**	**(1.2)**	**105**	**(2.3)**
	Republik Korea	19.6:1	(2.3)	57	(2.2)
	Chile	21.9:1	(4.6)	54	(3.7)
	Kroatien	25.7:1	(0.8)	23	(0.7)
[3]	*Argentinien (B.A.)*	32.9:1	(9.4)	33	(5.6)
	Türkei	80.1:1	(16.0)	15	(0.7)

Kursiv gesetzt sind die Benchmark-Teilnehmer.
[1] Die nationale Zielpopulation entspricht nicht der 8. Jahrgangsstufe.
[2] Die Gesamtausschlussquote liegt über 5%.
[3] Die Schüler- und Schulgesamtteilnahmequote liegt unter 75%.
[4] Abweichender Erhebungszeitraum.

Im Folgenden soll auf die technischen und organisatorischen Bedingungen zur wirtschaftlichen Bereitstellung und dem Betrieb einer lernförderlichen und alltagstauglichen IT-Infrastruktur in allgemeinbildenden Schulen fokussiert werden. Damit werden Chancen und Risiken sowie Wünschenswertes und Machbares dargestellt. Anhand verschiedener Szenarien werden die Herausforderungen dargestellt und Möglichkeiten identifiziert. Im Sinne des Modells der „Medienintegration“ (Breiter et al. 2013, Breiter, Welling und Stolpmann 2010) sind dabei alle Facetten berücksichtigt (Kapitel 3), die neben den zentralen technischen Herausforderungen für eine nachhaltige Einbettung relevant sind. Ausgangspunkt ist dabei die Annahme, dass Schülerinnen und Schüler und ihre Lehrkräfte jederzeit und an jedem Ort die Möglichkeit haben müssen, auf eine IT-Lerninfrastruktur zuzugreifen. Dies wird derzeit bei vielen Schulträgern, in den Kultusministerien, aber auch im Kontext der Digitalen Agenda der Bundesregierung diskutiert und weist in letzter Konsequenz den Weg in die Ausstattung der Schülerinnen und Schüler mit (persönlichen) mobilen Endgeräten.

Vor diesem Hintergrund werden verschiedene Nutzungsszenarien untersucht, die diesen Ansatz basierend auf den pädagogischen Anforderungen in geeigneter Weise unterstützen können. Dahinter steht die Frage, wie die schulische IT-Infrastruktur ausgerichtet sein muss, um pädagogischen Anforderungen zu genügen, und zugleich wirtschaftlich betrieben werden kann. Aufgrund der besonderen Rolle von Lehrkräften und Schulen herrschen teilweise stark divergierende Vorstellungen vor. Letztlich muss jede Schule gemeinsam mit ihrem Schulträger diese Anforderungen bestimmen, spezifizieren, umsetzen und kontinuierlich evaluieren. Hierzu dient das Werkzeug des Medienkonzepts, das in den meisten Bundesländern bzw. durch die kommunalen Schulträger verpflichtend für die Schulen eingeführt wurde.

Die Gesamtausgaben lernförderlicher IT-Infrastruktur sind (im Sinne eines Modells der Total Cost of Ownership) nur schwer zu beziffern. Dies liegt nicht nur an der Verteilung der Aufgaben zwischen Land, Kommunen und Schule, sondern auch an den versteckten Kosten für IT-bezogene Prozesse und den „Eh-da“-Kosten von Lehrkräften (oder Schüler-AGs), die für den technischen Support zuständig sind. 1998 hatten wir bereits in Anlehnung an US-amerikanische Berechnungsmodelle die Gesamtausgaben im Auftrag der Bertelsmann Stiftung zu berechnen versucht (Kubicek und Breiter, 1998). Die damaligen Annahmen, die bereits eine 1-zu-1 Laptop-Ausstattung berücksichtigten, sollen daher an heutigen Erkenntnissen gespiegelt und entlang der Szenarien Eckwerte für eine lernförderliche Basisinfrastruktur der Schulen formuliert werden. Seinerzeit wurden die fünf Szenarien „Computerraum“, „Computerraum plus Medienecke“, „Klassenraum mit 4-zu-1 Ausstattung“, „Klassenraum mit 2-zu-1 Ausstattung“ und „Laptops für alle“ berücksichtigt und deren Kosten pro Schülerin und Schüler für drei exemplarische Schulgrößen extrapoliert. Als Ergebnis steht eine Preisspanne von 968,33 bis 8.429,00 DM investiver und 447,00 bis 2.523,33 DM konsumtiver jährlicher Ausgaben (Szenario „Computerraum“ und „Laptops für alle“) durchschnittlich über die drei Schulgrößen gerechnet. Die Hauptkostenfaktoren wie Netzwerk, Internetanbindung, Endgeräte, Support usw. haben weiterhin Relevanz; die Kosten – wie dieser Bericht ausführen wird – sind tendenziell gesunken, was beispielsweise durch den fortgeschrittenen Ausbau der Breitbandversorgung im Bundesgebiet und den Preisverfall von Endgeräten, Serverhardware, IT-Dienstleistungen etc. bei steigender Leistungsfähigkeit zu begründen ist.

Der Fokus der vorliegenden Expertise liegt auf allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe I und II, da die beruflichen Schulen nicht nur mit anderen Schülerzahlen rechnen und eng mit den Ausbildungsbetrieben kooperieren bzw. von ihnen getrieben werden, sondern auch eigenständiger sind und zum Teil ihre IT-Prozesse selbst bewältigen wollen und können. Die Grundschulen sind dagegen viel stärker von Supportprozessen durch die kommunalen Schulträger abhängig und aufgrund ihrer Größe und der erforderlichen Anwendungssysteme bzw. Bandbreiten weniger komplex. Die meisten Erkenntnisse lassen sich aber auch auf andere Schulformen übertragen.

3 Medienintegration als Mehrebenenproblem

Inzwischen hat sich eine Vielzahl von Untersuchungen der Frage angenommen, welche Schwierigkeiten die schulische Integration der digitalen Medien begleiten und wie diese gelöst werden können (Breiter 2001; Cuban 2001; Eickelmann und Schulz-Zander 2006; Ely 1999; Schaumburg 2003; Tearle 2003; Tondeur et al. 2008; Weinreich and Schulz-Zander 2000). Trotz bestehender Übereinstimmungen kommen die verschiedenen Untersuchungen an vielen Stellen zu unterschiedlichen Ergebnissen, was u. a. auf nationale, regionale und schulspezifische Unterschiede zurückzuführen ist. Dazu kommt, dass die schulische Medienintegration ein äußerst komplexer Prozess ist, der sich über unterschiedliche Ebenen und Handlungssphären von variierender Prominenz erstreckt. (Hennessy et al. 2005) weisen darauf hin, dass sich die Forschung schwertue, die Komplexität der Medienintegration in geeigneter Weise zu fassen. Darüber hinaus basiert ein Großteil der existierenden empirischen Forschung zum Thema auf groß angelegten Erhebungen, die Informationen über den Umfang der Computernutzung und die Art der verwendeten Anwendungen zur Verfügung stellen, aber nichts über die Art und Eignung dieser Praxen aussagen.

Im Hinblick auf die Komplexität des Themas verstehen wir Medienintegration als nachhaltige und erfolgreiche Einbettung (digitaler) Medien in der Schule mit all ihren Akteuren und Rahmenbedingungen, die geeignet ist, den Bildungserfolg aller Schülerinnen und Schüler in seinen unterschiedlichen Facetten zu verbessern. Es handelt sich bei der Medienintegration um eine Einbettung aller für das Lernen mit und über Medien in die Schule relevanten Faktoren im Sinne eines umfassenden Schulentwicklungsprozesses, die über die Perspektive der Förderung von Medienkompetenz hinausgeht. Dem folgend unterstreicht der Begriff der Medienintegration die Notwendigkeit, eine ganzheitliche Perspektive einzunehmen in dem Sinne, dass die Verbreitung und Aneignung der digitalen Medien in der Schule nicht linear und regelhaft verläuft, sondern unbeständig und konflikthaft ist sowie von kulturell geprägten Bedeutungszuweisungen und Sinnstiftungsprozessen in einer komplexen sozialen Organisation begleitet wird, die es zu verstehen gilt (Selwyn 2011). Somit beschreibt der Begriff der Medienintegration eine umfassende Betrachtung der Veränderungsprozesse in Schulen, die über den eigentlichen Unterricht und die Lern- und Lehrprozesse hinausgeht und die Schule als Organisation sowie ihre Umweltbedingungen (institutionell, rechtlich, finanziell) miteinbezieht.

Die Ansichten darüber, wie die Bedeutung verschiedener Bereiche für den Integrationsprozess zu gewichten ist, gehen auseinander. Ertmer z. B. sieht die pädagogischen Einstellungen der Lehrkräfte als zentrale Herausforderung („final frontier“) der Medienintegration (Ertmer, 2005). Eickelmann und Schulz-Zander erkennen unter Bezug auf mehrere Untersuchungen einen Mangel an Computerwissen und computerbezogenen Fertigkeiten sowie fehlende pädagogische Konzepte und ungenügende Vorbereitungszeit als Haupthindernisgründe (Eickelmann und Schulz-Zander 2006: 286).

Um die hohe Komplexität schulischer Medienintegration adäquat zu fassen, betten wir unsere Analyse in zwei miteinander verbundene Mehrebenenmodelle ein. Im Zentrum unserer Betrachtung steht ein Drei-Ebenen-Modell, das sich an der in der Schulforschung etablierten Unterscheidung zwischen Mikro-, Meso- und Makroebene orientiert und die kommunale, regionale und nationale Ebene der schulischen Bildungslandschaft adressiert (Kapitel 3.2). Die damit einhergehenden (neuen) Steuerungsprozesse und -modelle werden in der Forschung unter dem Oberbegriff der

Educational Governance diskutiert (Altrichter Brüsemeister und Wissinger 2007). Auf der Mikroebene, die im folgenden Kapitel betrachtet wird, lassen sich aus Schulperspektive Handlungsdimensionen identifizieren, die bei der Medienintegration von Bedeutung sind.

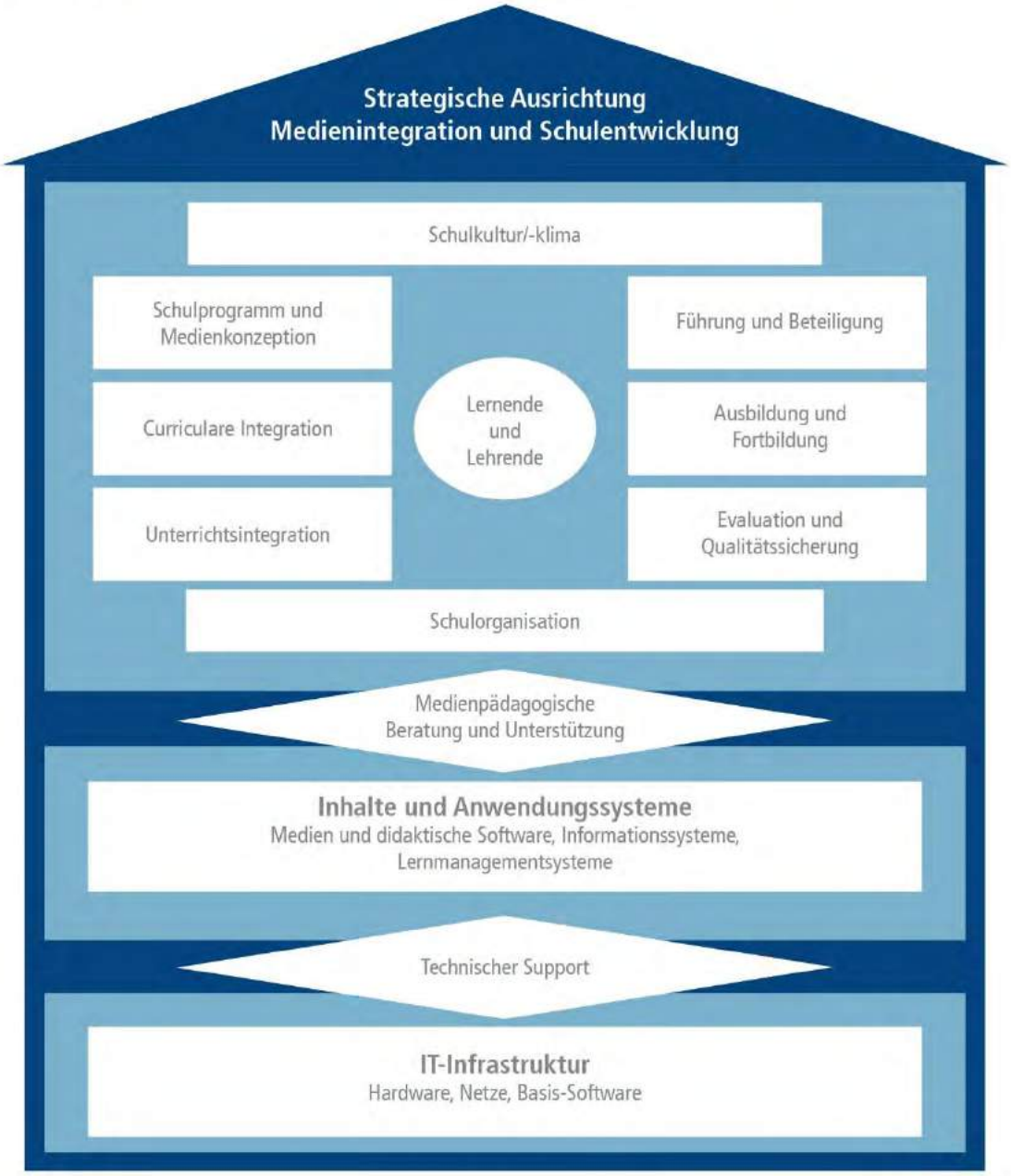
3.1 Dimensionen schulischer Medienintegration

Der Gesamtprozess der Integration der digitalen Medien in den Schulalltag wird inzwischen nicht mehr als isolierter Vorgang, sondern als Bestandteil der Schulentwicklung begriffen, die in diesem Kontext neben ihren traditionellen Säulen (Organisations-, Personal- und Unterrichtsentwicklung) um die Aspekte der Medienentwicklung erweitert wurde. Nur das adäquate Zusammenspiel der einflussnehmenden Dimensionen kann eine nachhaltige Medienintegration gewährleisten. Wir betrachten diese Dimensionen zunächst aus der Schulsicht bzw. Mikroperspektive, da selbst bei gleichen Rahmenbedingungen letztlich die spezifische Situation vor Ort über Umfang und Qualität der Medienintegration entscheidet.

Im Zentrum der Handlungsdimensionen stehen die Lernenden und Lehrenden. Für sie werden Lehr- und Lernprozesse konzipiert und angeboten, die eingebettet sind in schulorganisatorische Fragen. Maßgeblichen Anteil am Verlauf der innerschulischen Medienintegration hat die Führung durch die Schulleitung, die als Machtpromotor für Innovationen verantwortlich ist. Neben der Schulleitung übernehmen Medienbeauftragte wichtige Aufgaben im Rahmen der Medienintegration.

Eine Grundvoraussetzung für die Arbeit mit digitalen Medien in der Schule ist eine dauerhaft funktionsfähige IT-Infrastruktur, die heute zunehmend im professionellen Rahmen standardisiert betrieben wird, was definierte Supportprozesse für den Betrieb der Technik ermöglicht. Auf der Basisinfrastruktur bauen Anwendungssysteme auf, die von Lernprogrammen bis zu komplexen virtuellen Lern- bzw. Lehrarrangements reichen können. Mit der steigenden Relevanz von E-Learning für die schulische Praxis nimmt auch die Bedeutung von Lern-Management-Systemen zu. Sie sind auch eine wichtige Voraussetzung für zeit- und ortsunabhängige Lernprozesse, die den Unterricht zunehmend prägen. Genauso wichtig wie die Ausstattung der Schulen mit der technischen Basisinfrastruktur sowie deren dauerhaften Verfügbarkeit ist die Bereitstellung geeigneter Inhalte. Hierbei kommt den Medienzentren eine wesentliche Rolle als Dienstleister zu, die ihre frühere Funktion als Bildstellen mit Ausleihcharakter stark verändert hat. Medienzentren werden in den meisten Bundesländern gemeinsam von Land und Kommunen finanziert und können die Schnittstelle zu den Schulen bilden. Bedeutung und Komplexität des technischen Betriebs und Supports als Absicherung für Lehrkräfte werden oftmals unterschätzt, zumal sich damit erhebliche Folgekosten verbinden (Breiter, Fischer und Stolpmann 2008).

Abb. 1: Handlungsdimensionen schulischer Medienintegration

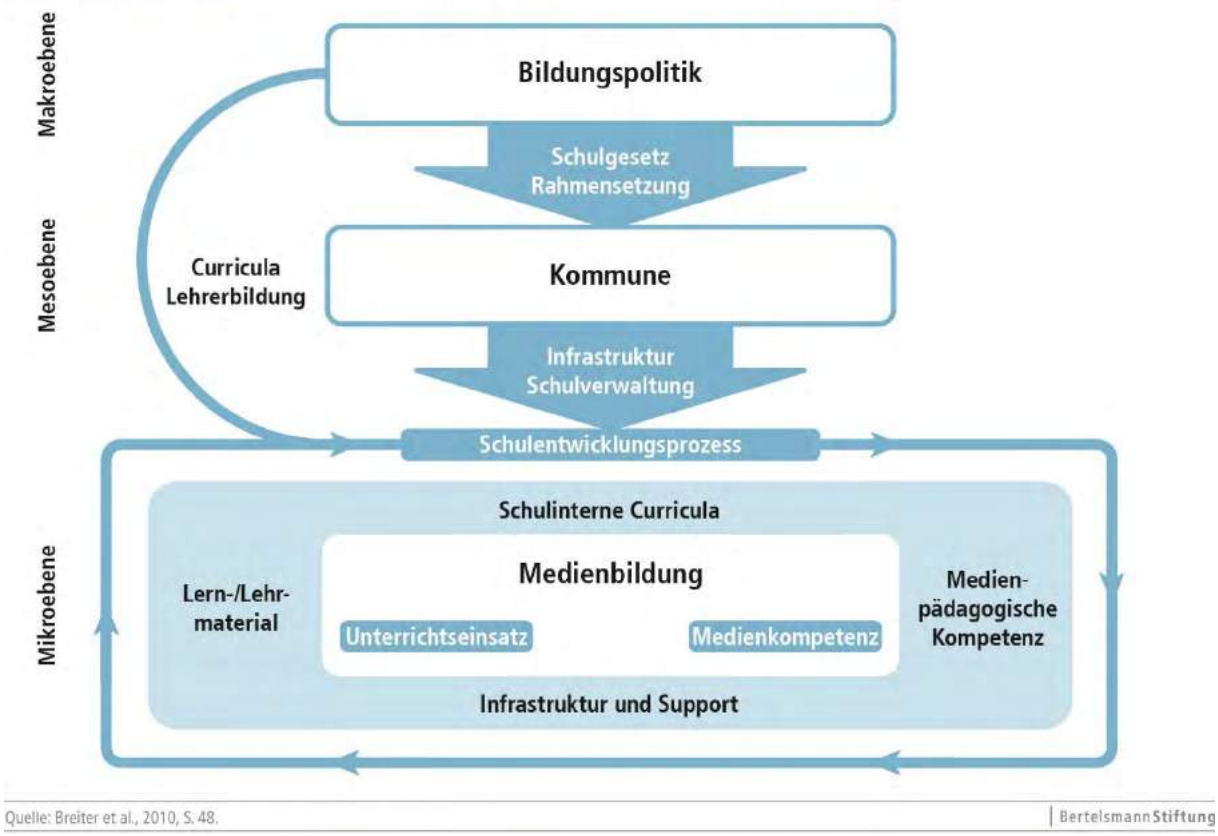


Quelle: Breiter et al., 2010, S. 42. | Bertelsmann Stiftung

3.2 Mehrebenenmodell der Medienintegration

Die Handlungsdimensionen reichen deutlich über die Sphäre der Einzelschule hinaus. Zudem ergibt sich eine Überschneidung von inneren und äußeren Schulangelegenheiten und damit Aufgaben auf der lokalen, regionalen und überregionalen Ebene. Dem tragen wir Rechnung, indem wir die erläuterten Handlungsdimensionen in ein Mehrebenenmodell der schulischen Medienintegration überführen (siehe dazu Abbildung 2). Zwischen den dargestellten Ebenen und den jeweiligen Aufgaben existieren unterschiedlich starke interdependente Beziehungen, deren Zusammenspiel von entscheidender Bedeutung ist. Eine holistische Betrachtungsweise von allen Beteiligten über die drei Ebenen und damit ebenso der eigenen zuständigkeitsbedingten Schwerpunktsetzung ist daher essenzielle Voraussetzung der Medienintegration in Schule im Sinne von lernförderlichen IT-Infrastrukturen.

Abb. 2: Mehrebenenmodell schulischer Medienintegration



Quelle: Breiter et al., 2010, S. 48. | BertelsmannStiftung

Die **Mikroebene** adressiert schulinterne Curricula in ihrer fachlichen und methodischen Unterrichtspraxis und die damit verbundenen berufsspezifischen Orientierungen und Einstellungen der Lehrkräfte. Diese stehen im engen Zusammenhang mit der Situation in jeder einzelnen Schule. Wir gehen davon aus, dass die Medienintegration im Kontext der jeweiligen Schulkultur auf schulinterne Bedingungen wie Curricula (z. B. Medienkonzept), die technische Infrastruktur und Zugangsmöglichkeiten, Supportangebote wie auch pädagogische Unterstützung und Fortbildungsangebote wirkt.

Auf der **Mesoebene** sind die Kommunen mit den Schulträgern (insbesondere durch die Stärkung der kommunalen Bildungslandschaft als Kooperationsmodell zwischen allen beteiligten Bildungsträgern) und deren Medienentwicklungsplanung, aber auch die Medienzentren und weitere Supporteinrichtungen angesiedelt, die vor allem als die zentralen Säulen des Unterstützungssystems einen wichtigen Anteil am Verlauf der Medienintegration haben. Das zentrale IT-Management als Steuerungsaufgabe für die Schulen ist hier verankert. Auf der anderen Seite steht die staatliche Schulaufsicht mit ihren Führungs-, Kontroll- und Unterstützungsaufgaben.

Die **Makroebene** integriert die Mikro- und die Mesoebene und adressiert insbesondere die bildungspolitischen Ziele und Aktivitäten des Bundeslandes bezüglich der Verbesserung der Schulqualität. Dazu zählen die Kerncurricula unter Berücksichtigung der nationalen Bildungsstandards sowie die Maßnahmen zur Qualitätsentwicklung durch Schulinspektionen. Darüber hinaus sind die Bundesländer für die Richtlinien zur Durchführung der ersten und zweiten Phase der Lehrerausbildung verantwortlich und es sind Einflüsse des bildungspolitischen Diskurses und zunehmende Aktivitäten auf Bundesebene sowie durch supranationale Organisationen wie die OECD (PISA) zu berücksichtigen.

Innerhalb dieses Mehrebenenmodells sind zwei zentrale Handlungsdimensionen zu unterscheiden: Die *technisch-organisatorische Handlungsdimension* – Betrieb und Support sowie die Bereitstellung einer angemessenen Anwendungslandschaft – konstituiert eine Gemeinschaftsaufgabe von Land und Kommunen unter Berücksichtigung der Bedingungen der eigenständigen Schule. Ein dritter Bereich ist die Erweiterung der elektronischen Mediendistribution, die ein Zusammenspiel von Medienzentren und Kultusministerien erfordert. Auf der *pädagogisch-organisatorischen Ebene* der strategischen Schulentwicklung mit und durch digitale Medien haben wir es mit parallel verlaufenden Diskursen zu tun. Während die Schulentwicklung derzeit z. B. von einer verstärkten Output-Orientierung dominiert wird, unterliegt die Medienintegration über weite Strecken einer „Input-Steuerung über umfangreiche Maßnahmen des Bundes und der Länder bezogen auf die IT-Infrastruktur, Curricula und Fortbildung“ (Eickelmann und Schulz-Zander 2006: 279). Ein weiterer wichtiger Schritt ist die in den meisten Bundesländern bzw. in den Kommunen verpflichtende Erarbeitung von Medienkonzepten durch die Schulen als Planungsgrundlage für die systematische Integration der digitalen Medien in den Unterricht. Einen Schritt weiter geht die Etablierung schulübergreifender kommunaler Medienentwicklungspläne. Auf Basis der schulischen Medienkonzepte planen die kommunalen Schulträger, die für die Finanzierung der technischen Infrastruktur verantwortlich sind, (meistens) in Kooperation mit den Schulen. Außerdem tragen viele Kommunen einen wesentlichen Teil zur Sicherung der für den Medieneinsatz unverzichtbaren technischen und pädagogischen Supportstrukturen bei. Die technische Ausstattung und die mediendidaktischen und -pädagogischen Zielstellungen sind somit zunehmend miteinander verbunden. Deutlich wird die Notwendigkeit einer Zusammenarbeit zwischen den drei Ebenen des Modells und innerhalb der dazu quer verlaufenden Handlungsdimensionen, gekoppelt mit einem ebensolchen Verständnis dieser Strukturen und Zuständigkeiten, als zentrale Voraussetzung einer vollen und damit nachhaltig tragfähigen Medienintegration in Schule.

3.3 Lernförderliche Infrastrukturen

Der Begriff „lernförderliche Infrastrukturen“ stammt ursprünglich von (Keil-Slawik 1999) und wurde für Lernräume an Universitäten entwickelt. Er umfasst zwei zentrale Aspekte im Kontext von Lern- und Lehrarrangements: den der durchgängigen Verfügbarkeit und den der Alltagstauglichkeit. „Alltagstauglichkeit untersucht neben dem technisch Machbaren insbesondere die Dimensionen der täglichen Praxis der Einbindung in Lehr- und Lernprozesse sowie ihre Einflussfaktoren auf diese“ (Hampel 2001: 2). Die durchgängige Verfügbarkeit bedeutet einerseits die Bereitstellung einer Infrastruktur zu jeder Zeit an jedem Ort unter Berücksichtigung des jeweiligen Lernkontexts und zum Zweiten die Vermeidung von Medienbrüchen (bspw. zwischen Papierklausur und Lernplattform).

Übertragen auf den Schulkontext bedeutet dies eine Basisinfrastruktur für die Unterstützung von Lern- und Lehrprozessen, die noch keine konkrete didaktische Konzeption oder Nutzungsform festlegt, sondern dies den Lehrenden und Lernenden ermöglicht. Dazu zählt eine durchgehende Vernetzung, die stabil und mit ausreichend Bandbreite versehen ist. Endgeräte (seien es schuleigene oder individuelle) können jederzeit an jedem Ort eingesetzt werden und es stehen Informations- und Kommunikationssysteme (Lernplattformen) zur Verfügung, auf die ebenfalls jederzeit an jedem Ort zugegriffen werden kann (zumeist zentral und immer von außen zugänglich). Die Alltagstauglichkeit bedeutet eine an die Bedarfe der Lehrenden und Lernenden angepasste Software- und Hardwarebereitstellung sowie eine Informationsversorgung, die durch ein schulisches Medienkonzept begründet worden ist. In Bezug auf die didaktische Gestaltung schreibt (Kerres et

al. 2012: 34) einer lernförderlichen Infrastruktur das „Potenzial einer medial angereicherten Umgebung zur nachhaltigen Unterstützung individueller und sozialer Lernaktivitäten“ zu, deren Eigenschaften dann als ubiquitär, pervasiv und user generated beschrieben werden Die Anforderungen an die IT-Infrastruktur und die Ausstattung mit Endgeräten und Präsentationstechniken können kaum generalisiert werden, denn die Schulformen Grund-, Förder- und weiterführenden sowie die berufsbildenden Schulen bemächtigen sich auf ihre Schülerinnen und Schüler angepasster Lehr- und Lernmethoden. Dennoch lassen sich recht einheitliche Bedarfe in den Schulformen feststellen. Im Zuge der Mediatisierung und der Möglichkeiten zur Verarbeitung großer Datenmengen kommt dem Datenschutz und der Informationssicherheit eine herausragende Rolle insbesondere für die lernförderliche IT-Infrastruktur zur Nutzung durch Minderjährige zu. Scheinbar kosten cloudbasierte Dienste in programmierten Ökosystemen kein Geld – bezahlt wird mit der Herausgabe personenbezogener Daten. Diese Daten im Rahmen des staatlichen Bildungsauftrages zu schützen, wird eine zentrale Bedeutung haben und eine abgesicherte IT-Infrastruktur wirkt sich unmittelbar auf die Kostenstruktur aus.

Neben der Bereitstellung einer skalierbaren und verlässlichen IT-Infrastruktur ist die curriculare Integration digitaler Medien von zentraler Bedeutung. Erst diese erlaubt es den Lehrkräften, die Schülerinnen und Schüler bei ihren Lehrprozessen entlang des vorgesehenen Kompetenzerwerbs wirklich methodisch flexibel zu unterstützen. Ein aktuelles Beispiel ist der *Lehrplan 21* aus der Schweiz, der die Grundbildung vereinheitlicht und landesweit Lernziele in Fachbereichen und Modulen sowie überfachliche Kompetenzen und Bildung vorgibt. Ein neues Modul heißt Medien und Informatik und soll Schülerinnen und Schülern über Kompetenzen in der Anwendung digitaler Medien hinaus auch grundlegendes Informatikwissen vermitteln (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz [D-EDK]) 2014). Im Lehrplan 21 bekommen die Themen ICT und Medien und Informatik von einer fächerübergreifenden Integration in den Stundenplan den Status eines eigenen temporären Unterrichtsfachs zugeschrieben (Arbeitsgruppe ICT und Medien, 2015). Die zur Umsetzung des Plans benötigte flächendeckende IT-Ausstattung und deren Betrieb folgen dadurch den Lerninhalten und stützen den in diesem Bericht zugrunde liegenden Leitgedanken lernförderlicher Infrastrukturen. Genauere Einblicke liefern die ausführlicher dargestellten Fallbeispiele im folgenden Kapitel, die den Umgang mit Anforderungen technischer, organisatorischer und pädagogischer Art zur Entstehung lernförderlicher IT-Infrastrukturen an Schulen auf den unterschiedlichen Ebenen (Mikro-, Meso-, Makroebene) durch Praxiswissen offenlegen und veranschaulichen sollen.

4 Nationale und internationale Fallstudien

Die Planung, Etablierung und der pädagogische Einsatz lernförderlicher IT-Infrastrukturen im Unterricht sind unter Berücksichtigung politischer Strukturen sowie aller Beteiligten eine hochkomplexe Aufgabe. Das Bestreben zur zeitgemäßen Integration digitaler Medien in die schulische Bildung kann durch einige Praxisbeispiele belegt werden, die – im Folgenden portraitiert - wertvolles Erfahrungswissen für vergleichbare Vorhaben verfügbar machen und zugleich eine Idee von den zentralen Herausforderungen in der Umsetzung von schulischer Medienintegration vermitteln sollen. Bei der Auswahl der Projekte wurde insbesondere auf einen medienintegrativen Charakter im Sinne der Medienintegration geachtet. Auf einen direkten Vergleich der Projekte ist aufgrund der Vielschichtigkeit des Themas und der individuellen Rahmenbedingungen für jedes Vorhaben verzichtet worden. Die Aufstellung von Projekten entlang festgelegter Kriterien scheint den zuvor als essenziell betrachteten Facettenreichtum und somit insgesamt Aussagekraft zu entziehen. Stattdessen werden einzelne Fallbeispiele vorgestellt, die auf die nachhaltige Einführung und Etablierung von Medien im Bildungssektor abzielen und durch ihre individuelle Ausrichtung und ihre inhärenten Rahmenbedingungen wieder auf die Komplexität der Medienintegration als Ganzes zurückweisen. Bei Auswahl und Darstellung der Beispiele wurden vielmehr Korrelationen mit dem Mehrebenenmodell der Medienintegration und darin den benannten unterschiedlichen Funktionen und Rollen offengelegt, sodass unterschiedliche thematische Schwerpunkte und Zuständigkeiten adressiert werden.

4.1 Projekte in Deutschland

Bundesweit gibt es eine Vielzahl von Vorhaben und Erfahrungswerten zu Einsatz und Nutzung digitaler Medien in Schulverwaltung und bzw. oder Unterricht. Meist sind dies punktuelle Maßnahmen. Die Fallbeispiele sollen einen ersten Eindruck vermitteln und die Bandbreite aufzeigen; viele weitere, hier unerwähnte Projekte können ebenso exemplarischen Charakter vorweisen. Der Fokus zur Auswahl der Fallbeispiele liegt auf dem Bestreben nach infrastruktureller Verankerung digitaler Medien. Das Ziel der Verankerung in vorhandene Organisations- und Ausstattungsstrukturen zur nachhaltigen Etablierung der Vorhaben ist ein weiteres Kriterium.

Landesweit manifestieren sich das Bestreben nach organisationsübergreifender Zusammenarbeit für Praxisnähe und das Lernen mit und über digitale Medien beispielsweise in den sog. MINT-Regionen.[3][4] Eine MINT-Region – es gibt 56 (Stand Mai 2014)[5] – ist als ein lokales Netzwerk von Organisationen, Behörden, Bildungseinrichtungen und Unternehmen mit dem gemeinsamen Interesse der regionalen MINT-Förderung zu begreifen. Die Regionen sind weitestgehend selbst organisiert, eigenfinanziert und agieren autark, wenngleich es bundesweit eine Möglichkeit zur Listung beim Initiator „Nationales MINT-Forum“[6] gibt. Größe und Einfluss sowie Aktivitäten der Netzwerke werden maßgeblich von den jeweiligen Akteuren und deren Engagement bestimmt. Auf diese Entwicklung wird in diesem Kapitel mit einem zusätzlichen Abschnitt zu außerschulischen Lernorten eingegangen. Darin werden exemplarisch Einrichtungen vorgestellt, die für den Erwerb von Medienkompetenzen und Informatikwissen ergänzend zur innerschulischen Allgemeinbildung von zunehmender Bedeutung auch im formalen Bildungskontext sein können.

---

[3] http://www.nationalesmintforum.de/mint-regionen.html

[4] Gefördert von der Körber-Stiftung

[5] MINT-Regionen in Deutschland – Eine bundesweite Bestandsaufnahme regionaler Netzwerke für die MINT-Bildung, Stand 05/2014. Verfügbar unter http://www.nationalesmintforum.de/fileadmin/user_upload/gerke/NMF/Dokumentation_MINT-Regionen_in_D_Koerber-Stiftung__Mai_2014_1_.pdf

[6] http://www.nationalesmintforum.de/

4.1.1 eSchool Düsseldorf, Nordrhein-Westfalen

Die Schulen in Düsseldorf wurden im Rahmen des Vorhabens „eSchool: Pädagogische IT an Schulen“ beginnend in 2012 mit einer neuen, auf mobiles Lernen ausgerichteten IT-Struktur und darauf abgestimmter Organisationsstruktur zur Integration von Medien in den Unterricht versehen. Initiiert und koordiniert vom Schulverwaltungsamt der Stadt Düsseldorf, lag der Fokus zunächst auf den Grundschulen. Hervorzuheben ist der Integrationsprozess selbst, der unter Beteiligung und Einbindung aller Stakeholder gestaltet wurde, um zu zweckorientierten und nachhaltigen Lösungen zu gelangen, die gleichzeitig durch eine hohe Akzeptanz gekennzeichnet sind. Akteure wie Schulträger, Schulaufsicht, LVR-Zentrum für Medien und Bildung, Vertreterinnen und Vertreter von Schulen u.a. wurden einbezogen und arbeiteten auf partnerschaftlicher Ebene zusammen, womit im Projekt ein gemeinsames Leitbild und eine konstruktive Arbeitsatmosphäre gebildet und etabliert werden konnte. Diese sei zwingend erforderlich, um Medienintegration an Schulen erfolgreich zu gestalten und zu betreiben, berichtet Udo Kempers vom Sachgebiet 40/16 eSchool des Schulverwaltungsamts.

Verbindliche Vereinbarungen sind getroffen worden, die Themen wie Fortbildungen zu Mediennutzung und -didaktik der Lehrkräfte, First-Level-Support an den Schulen, Second-Level-Support durch den Schulträger, Medienkonzepterstellung etc. zuständigkeitsübergreifend organisieren. Beispielsweise werden zwei Lehrkräfte an jeder Schule zu Medienbeauftragten weitergebildet, die dann Ansprechpartnerin bzw. Ansprechpartner im Kollegium sind und gleichzeitig eine Multiplikatorenrolle einnehmen. Sie erfahren eine auf die Ausstattung der Schule spezifizierte Fortbildung, als Anerkennung dieser besonderen Leistung besteht für die Schulleitung die Möglichkeit den Lehrkräften Entlastungsstunden zu gewähren. Ein Arbeitskreis „Medienpass“ wurde gebildet, der Lehrkräften schulübergreifend als Plattform zum Erfahrungsaustausch und Wissenstransfer dient. Schwierigkeiten in Nutzung und Didaktik werden thematisiert, ebenso werden arbeitsteilig Unterrichtseinheiten in den Fächern erarbeitet und geteilt. Unabhängig von eSchool, wenngleich ergänzend, thematisiert das Projekt Medienpass NRW[7][8] schulisches Lernen mit und über digitale Medien in den einzelnen Jahrgängen und zielt auf eine adäquate Unterstützung zur Unterrichtsvorbereitung ab. Auch in anderen Bereichen seien Synergieeffekte erzeugt und genutzt worden, berichtet Kempers.

Mit Projektbeginn wurde einerseits ausgehend von der pädagogischen Arbeit der Lehrkräfte und andererseits der Perspektive des Schulträgers ein Anforderungskatalog entwickelt, auf dessen Basis das weitere Vorgehen und die benötigte Technologie entschieden wurden. Grundlage für die Ausstattung einer Schule bildet das Medienkonzept, auf dieser Grundlage werden Angebote verfügbar gemacht, die von Schulen wählbar sind. Eine resultierende Anforderung sei die Mobilität der Endgeräte, was einen Ausbau der Netzinfrastruktur mit ausreichendem Internetzugang und WLAN an den Schulen nötig machte. Von den ca. 170 Schulstandorten sind alle an das Internet mit mindestens 16Mbit/s Bandbreite angebunden. Die Anschaffung von Endgeräten und der Ausbau einer Netzstruktur wurden individuell mit den Schulen gemäß ihrem erarbeiteten Medienkonzept und ihren Plänen zur curricularen Einbindung realisiert. Vornehmlich wurden Klassensätze von iPads in Kombination mit einem Mac mini als Schulserver zur zentralen Datenablage und einem MacBook für die Lehrkraft angeschafft. Hierzu gibt es, wie auch in anderen Städten und Kommunen üblich, ein Budget pro Schule, über das diese auch Softwarelizenzen aus einem Warenkorb vom Schulträger erwerben kann. Alle Schulen in der Trägerschaft der Stadt Düsseldorf verfügen über einen von den

[7] http://medienpass.nrw.de/de

[8] http://www.medienberatung.nrw.de/Medienberatung/Medienpass-NRW/

Lehrkräften konfigurierbaren Jugendschutzfilter, die Endgeräte sind netzfähig und fernwartbar. Derzeit sind über 30 Schulen (inzwischen auch weiterführende Schulen) mit insgesamt fast 800 mobilen Endgeräten ausgestattet. Befürchtungen über fehlende Einsatzfähigkeit von Endgeräten bestätigten sich nicht, berichtet Kempers, es gebe seit dem Projektstart vor drei Jahren keinen Fall von Diebstahl oder mutwilliger Beschädigung. Kempers Einschätzung nach wird BYOD – der Einsatz privater Endgeräte – an Schulen mittelfristig relevant. Daher wird, erneut in einem kollaborativen Vorgehen mit allen Stakeholdern, der weitere Ausbau der Netzwerkanbindung und des Intranetzes der Schulen angestrebt.

4.1.2 N-21, Niedersachsen

Der Verein n-21[9] unterstützt seit Sommer 2000 die niedersächsischen Schulen bei der Verbesserung der Voraussetzungen für die Medienintegration. Begünstigt wurde die Gründung von netz-21, dem von n-21 Ende 2012 gegründeten niedersächsischen Referenzschulnetzwerk für mobiles Lernen in Niedersachsen, durch das niedersächsische Landeskonzept zur Förderung von Medienkompetenz, insbesondere mit Blick auf die schulpolitische Legitimierung eines solchen Netzwerks. Anfang Februar 2015 gehörten 67 Schulen unterschiedlicher Schulformen dem Netzwerk an. In den Referenzschulen sollte der Unterricht durch den Einsatz mobiler Endgeräte verbessert werden, indem sich Schülerinnen und Schüler aktiver als bisher am Unterricht beteiligen und die Unterrichtsqualität unter Einsatz der digitalen Medien verbessert wird. Im Zentrum der Arbeit von netz-21 steht die Weitergabe von Wissen und Erfahrungen bezüglich des Lernens mit mobilen Endgeräten von erfahrenen an weniger erfahrene Schulen. Das geschieht (1) durch die Möglichkeit, an erfahrenen Referenzschulen zu hospitieren, (2) mittels Durchführung von Fortbildungen an einzelnen Referenzschulen und (3) im Rahmen einer zweimal jährlich stattfindenden Tagung mit reichhaltigem Workshop-Angebot zum mobilen Lernen.

Die Erfahrungen von netz-21 zeigen, dass es nicht reicht, wenn sich nur einzelne Lehrkräfte und Klassen am mobilen Lernen beteiligen. Da die Verbesserung von Unterricht ein Schulentwicklungsprojekt ist, muss sich möglichst das gesamte Kollegium daran beteiligen. Genauso wichtig ist, dass die IT-Infrastruktur beteiligter Schulen auf breiter Basis für das mobile Lernen ausgelegt wird. Insbesondere die langjährigen Referenzschulen besitzen ein sehr hohes Maß an Glaubwürdigkeit, um weitere Schulen für die systematische Entwicklung des mobilen Lernens zu gewinnen.

Auch von netz-21 wird die zentrale Relevanz des Engagements der Schulträger im Bereich der Infrastrukturversorgung betont. Laut Auskunft des Netzwerks wünschen sich viele Schulen dabei aber auch ein stärkeres Engagement der Landesregierung. Laut netz-21 steigt das Interesse der Schulträger an der Entwicklung für das mobile Lernen geeigneter IT-Infrastrukturen.

4.1.3 Bildungscloud, Baden-Württemberg

Der im Jahr 2013 veröffentlichte Bericht von der Working Group Education der Open Source Business Alliance (Working Group Education der OSB Alliance, 2013)[10] skizziert die Projektidee einer digitalen Bildungsplattform und argumentiert für einen offenen Standard zur flächendeckenden freien Zugänglichkeit und Nutzbarmachung digitaler Ressourcen in der schulischen Bildung. Dieser sog. Referenzrahmen erfasst Anforderungen an eine solche Bildungsplattform sowie die zu dessen

[9] http://www.n-21.de

[10] Eine überarbeitete Fassung des Berichts ist für Herbst 2015 angekündigt. Diese war zur Drucklegung dieser Studie noch nicht verfügbar.

Nutzung nötige IT-Infrastruktur an Schulen unter Berücksichtigung gesetzlicher Vorgaben (bspw. Urheberrecht und Datenschutz).

Dem Rahmen folgend, basiert das Vorhaben einer landesweiten digitalen Bildungsplattform, einer Bildungscloud, in Baden-Württemberg auf dem Grundgedanken von OER (Open Education Resources), also frei zugänglicher Bildungsinhalte, und verknüpft diese mit dem Prinzip von Open Source Software, um digitale Inhalte und Anwendungen standardoffen, plattform- und endgeräteunabhängig zur Verfügung zu stellen. Die Plattform soll umfassende Funktionalität für den pädagogischen Betrieb zur Verfügung stellen, in deren Planungsprozess verschiedene Stakeholder involviert waren, berichtet die Fachbereichsdirektion Technik am Landesmedienzentrum BW. Der Zugang zur Cloud soll ortsunabhängig gewährleistet sein. Dies beinhaltet u. a. eine Mediendatenbank für den Austausch von Lehr-/Lernmaterialien, gekapselt als Lerneinheiten zwischen Lehrkräften, die Bereitstellung digitaler Schulbücher oder Lernsoftware/-spiele durch Dritte (z. B. Verlage und Softwareunternehmen) und Funktionen zum kollaborativen und individuellen Lernen oder zentrale Datenablage für alle Nutzerinnen und Nutzer. Schulleitungen und Lehrkräfte formulieren Anforderungen und geben Impulse aus der Praxis heraus. Eine Kostenabschätzung und ein Finanzierungsmodell wurden erarbeitet, die Schätzung der Kosten beläuft sich laut Aussagen des Landesmedienzentrums auf etwa 15 Millionen Euro, die Finanzierung sicherzustellen, sei eine komplexe Aufgabe. Wie auch im Referenzrahmen (Working Group Education der OSB Alliance 2013) thematisiert, unterstreicht das Vorhaben die Notwendigkeit einer adäquaten Ausstattung der Schulen, um sie von der Bildungscloud profitieren lassen zu können. Konkret meint dies die schulinterne Verkabelung, Internetanbindung und zeitgemäße Endgeräte, und zwar flächendeckend im Bundesland. Dies ist zurzeit noch nicht an allen Schulen gegeben, wird aber angestrebt – auch im Hinblick auf BYOD.

Eine weitere zentrale Herausforderung, der sich auch die anderen Bundesländer gegenübersehen, ist die organisatorisch getrennte Zuständigkeit von pädagogischem Betrieb und Schulverwaltung, die aus technischer Perspektive in einer solchen Bildungscloud mit dem Ziel der schulischen Medienintegration abgebildet werden kann, praktisch jedoch auf mehreren Ebenen hochkomplex ist. In Kapitel 3 wurde dies bereits thematisiert.

4.1.4 School-IT-Rhein-Waal, Nordrhein-Westfalen

Zu Beginn des Schuljahres 2012/13 wurde es Schülerinnen, Schülern und Lehrkräften einzelner Klassen in zwei nordrhein-westfälischen Schulen gestattet, mobile Endgeräte mit in den Unterricht zu bringen. Den Rahmen dafür bildet das europäische InterReg-Projekt „School-IT-Rhein-Waal“[11], in dem die Einführung des BYOD-Modells an den Schulen wissenschaftlich begleitet wird. Regelmäßige Reflexion des Projektverlaufs und Erfahrungsaustausch zwischen Schulleitung, Lehrkräften, Schülerinnen, Schülern und Forschenden liefern Hinweise zu Qualität und Herausforderungen und dienen als Instrument zur Selbstevaluation und -steuerung. Schwierigkeiten bei Benutzung und Einrichtung während des Schulbetriebs wird durch die Benennung und Qualifizierung von IT-Assistenten in jeder Klasse begegnet. Einzelne Schülerinnen und Schüler werden dazu von ansässigen Unternehmen weitergebildet und fungieren als erste Ansprechpartner. Die Ergebnisse zeigen eine positive Grundhaltung und Bereitschaft seitens der Lehrkräfte. Als Kernherausforderung für das BYOD-Modell benennen sie neben einer zweckmäßig bemessenen und funktionsfähigen IT-Infrastruktur eine Arbeitszeitgestaltung, die Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch im Kollegenkreis

[11] Vgl. http://www.school-it-rhein-waal.eu/

bietet. Die hohe Motivation und ihre Haltung zur technischen Ausstattung der Schulen teilen sie mit den Schülerinnen und Schülern, heißt es weiter. Die Ausbreitung vom BYOD-Modell für weitere Klassen und Anwendungsszenarien (z. B. unter dem Stichwort Inklusion) ist in beiden Schulen auch nach Projektende vorgesehen (Heinen, Kerres und Schiefner-Rohs 2013).

4.1.5 Einheitliches Lernmanagementsystem, Bremen

Das Land Bremen verfügt seit den 2000er Jahren über eine landesweit eingesetzte Plattform, die vor allem zur Verbreitung von Informationsmaterialien an die Schulen und seltener für den Unterricht genutzt wurde. Diese Plattform sollte durch ein umfassendes Lernmanagementsystem abgelöst werden. Dies war eingebettet in das Landeskonzept „Masterplan Medienbildung“, das die Bildungsbehörde und das Landesinstitut für Schule zwischen 2010 und 2015 umsetzen wollen. Als eines der zehn Ziele wird formuliert: „Lern- und Kommunikationsplattformen bilden eine unverzichtbare gemeinsame Arbeitsumgebung für Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler“.

Vorausgegangen war ein Pilotprojekt unter Federführung des Zentrums für Medien des Landesinstituts für Schule zur Erprobung verschiedener Lernplattformen durch Schulen, das systematisch ausgewertet wurde. Das Projekt identifizierte technische und funktionale Anforderungen. Neben den Möglichkeiten des Datenaustauschs und der Gruppenkommunikation (Chat, Kalender, Mail usw.) sollte insbesondere die Integration in die in Bremen etablierte LDAP-Struktur für das Identitätsmanagement verwendet werden können. Dies erlaubt die Authentifizierung aktiver Nutzerinnen und Nutzer sowie die schnelle Modifizierung von Rollen und Rechten. Aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen in den Schulen und des daraus resultierenden Unterstützungsbedarfs wurde eine schrittweise Einführung (und Schulung) in den Schulen empfohlen. Insbesondere die Folgekosten des Betriebs und der kontinuierlichen Unterstützung der Schulen sollten dabei berücksichtigt werden. Aus dem Projekt wurden drei zentrale Kriterien entwickelt, die dann maßgeblich für eine europaweite Ausschreibung waren:

1. Große Vielfalt von Alternativen für Im- und Export von Content
2. Offene Schnittstellen für externe Anbieter
3. Flexibles Kostenmodell für die Einführungsphase

In den Auswahlprozess wurden neben den Pilotschulen und der Aufsichtsbehörde auch Vertreterinnen bzw. Vertreter der Datenschutzbeauftragten und des Personalrats einbezogen. Insbesondere Fragen einer Nutzungsverpflichtung und der möglichen Leistungs- und Verhaltenskontrolle konnten so im Vorfeld geklärt werden.

Nach Abschluss der Ausschreibung wurde ein Produkt eines Herstellers ausgewählt, der aus einem Nicht-EU-Land stammt. Daraufhin wurden aus datenschutzrechtlicher Sicht umfassende Dokumente zur Verfahrensbeschreibung, zum Datenschutzkonzept wie auch zur Auftragsdatenverarbeitung erarbeitet und im Konsens verabschiedet. Dieser Aufwand wurde von Anfang an in die Gesamtkalkulation der Einführung einbezogen. Das Produkt selbst wird als Mietmodell (Euro pro Schülerin bzw. Schüler) bezogen. Des Weiteren wurde von Beginn an ein umfangreiches Fortbildungsangebot geplant und sukzessive in den Schulen umgesetzt. Außerdem hat die Schulbehörde zugesagt, sämtliche Materialien (Erlasse, Info-Blätter, Verordnungen, Bildungsstandards, Lehrpläne usw.) nur noch über die Plattform zu verbreiten.

Zielsetzung war es zunächst, alle bremischen Lehrkräfte sukzessive mit dem Werkzeug vertraut zu machen und dann konsequent auf die Nutzung mit Schülerinnen und Schülern zu erweitern. Um eine flächendeckende Verbreitung zu unterstützen, wurde mit dem Personalrat eine Dienstvereinbarung abgeschlossen, deren zentrales Ziel wie folgt formuliert wurde: „Mit der Bereitstellung der Lernplattform sowie ergänzender organisatorischer und technischer Maßnahmen und Unterstützungen soll ein Beitrag geleistet werden, gute Arbeitsbedingungen für die in den Bremer Schulen beteiligten Beschäftigtengruppen zu gewährleisten. Insbesondere sollen Mehrbelastungen aufgrund informationstechnisch bedingten Datenverwaltungsaufwands vermieden werden."
Das Vorgehen in Bremen zeigt zwei zentrale Aspekte lernförderlicher Infrastruktur: zum einen die enge Einbeziehung aller relevanten Akteure aus der Schullandschaft und zum Zweiten eine kontinuierliche Begleitung der Schulen im Einführungsprozess. Das ausgewählte Produkt ist dabei eher sekundär.

4.1.6 Lernförderliche Infrastrukturen mit außerschulischen Lernorten

Orte außerschulischen Lernens können im Rahmen institutioneller Bildung für Medien- und Informatikbildung zunehmend interessant werden. Der Begriff wird im wissenschaftlichen und fachspezifisch berichterstattenden Kontext nicht einheitlich verwendet, weshalb keine allgemein gebräuchliche Definition herangezogen werden kann. Das derzeitig vorherrschende Verständnis eines außerschulischen Lernorts hat seinen Ursprung in der Reformpädagogik und meint eine zu unmittelbarer Erfahrung anregende Umgebung außerhalb des Schulgebäudes, die Bezüge zu Anwendungsfeldern schulischer Bildungsinhalte offenbart, deren Rückbezüge zulässt und oftmals zu aktivem Handeln einlädt (vgl. Burk und Claussen 1980; Hellberg-Rode 2004; Birkenhauer 1999 1995; Reinhold et al. 1998). Das Prinzip des außerschulischen Lernens wird oft ergänzend zu Begriffen wie informellem, handlungs- und erfahrungsorientiertem Lernen verwendet.

Die KMK weist in dem Beschluss „Medienbildung in der Schule" auf die Möglichkeit außerschulischen Lernens von formellen Lerninhalten mit und über Medien als Ergänzung zum Schulunterricht hin (Kultusministerkonferenz, 2012: 5). In den Ländern können sich Organisationen und Unternehmen als außerschulischer Lernort anerkennen lassen. Hier findet sich kein länderübergreifend standardisierter Anforderungskatalog zu Kriterien und Auswahlprozess; Verfahren und Nutzen bei positiver Evaluation differieren ähnlich wie die Bedeutung des Begriffs selbst.

Im Schulbetrieb unterliegen außerschulische Lernorte den hinlänglich bekannten Rahmenbedingungen, erfordern beispielsweise Vorbereitung wie die Einverständniserklärung von Eltern, inhaltliche und logistische Planung und Abstimmung etc. Neben einer pädagogisch mitunter gewünschten Abwechslung im Schulalltag ermöglichen sie Schulen den Zugang zu Ausstattung und Umgebungen, die aus diversen Gründen, nicht zuletzt finanziellen, nicht direkt auf dem Schulgelände eingerichtet werden. Bezüge zur Praxis schulischer Lerninhalte können hergestellt und anwendungsorientiert erfahren werden.

Im Folgenden werden einige Beispiele außerschulischer Lernorte und Initiativen gegeben. Sie fokussieren, gemäß dem thematischen Schwerpunkt dieses Berichts, auf den Einsatz digitaler Medien, weshalb Lernorte wie Naturparks, Handwerksbetriebe, Zoos usw. – wenngleich ebenso bedeutsam – keine weitere Erwähnung finden.

FabLabs sind zumeist nicht direkt Schulen zugeordnet, sondern in eigenen Räumlichkeiten ansässige Institutionen. Ein FabLab (Fabrication Laboratory) ist eine Umgebung, die die Realisierung einer individuellen Produktidee mithilfe neuester Technologien ermöglicht. Zur Ausstattung eines FabLabs

gehören Maschinen und Werkzeuge wie 3D-Drucker, Lasercutter, CNC-Fräsen, 3D-Scanner, Vinyl-Cutter, Nähmaschinen, eine Werkbank und Zubehör wie Mikrocontroller, Sensoren, Aktuatoren etc. sowie klassische Endgeräte wie PCs. In Deutschland gibt es derzeit etwa 21 FabLabs, viele kooperieren mit grund- und berufsbildenden Schulen. Ein Beispiel ist das FabLab in Bremen[12], das – mit universitärer Anbindung und Begleitforschung – neben Workshops mit Schulklassen eine Schülerfirma in den Schuljahren 2013/14 und 2014/15 betreut hat. Das FabLab an der RWTH Aachen[13] verfügt über Lehr- und Lernangebote für Kinder und Jugendliche; das FabLab in Bayreuth[14] bietet Schulklassen Workshops an, u. a. mit dem Ziel der Nachwuchsförderung in den MINT-Fächern. In derartigen Workshops eignen sich die Teilnehmenden die für die Realisierung ihrer Produkte nötigen Kompetenzen selbst an und bekommen Impulse von den Workshopleiterinnen und -leitern. Neben klassischen Methoden der Informationsbeschaffung und -bewertung gehören dazu 3D-Modellierung, Grafikbearbeitung, Programmierung, elektrotechnisches Praxiswissen und Robotik. Transferkompetenzen zwischen digitaler Präparation bzw. Entwurf und analoger Produktion und umgekehrt, konkreter zwischen digitaler Objektmodellierung, Besonderheiten der Herstellungs- bzw. Bearbeitungstechnologien und gegebener Materialbeschaffenheit, wird zudem eine hohe Bedeutung beigemessen.

Zu außerschulischen Lernorten im Bereich der Medienbildung zählen auch Bibliotheken, in denen digitale Medien und Applikationen seit Langem zugänglich sind und die beispielsweise Material- und Selbstverwaltung ihrer Kunden über das Internet ermöglichen. Hier zeichnet sich ein Trend zur Erweiterung des Angebots ab. In 2013 hat die Stadtbibliothek Köln einen Musik- und Makerspace[15] – Kreativwerkstätten mit gleicher Ausstattung und Philosophie wie FabLabs – mit einem umfangreichen Workshopangebot eröffnet. An der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) hat nach einem Testbetrieb im vergangenen Jahr zum Januar 2015 ebenfalls ein Makerspace seine Türen permanent geöffnet[16], die TU Dresden ist für die Begleitforschung verantwortlich (Noenning et al., n.d.). In den Bücherhallen Hamburg[17] stehen seit dem Frühjahr 2014 3D-Drucker zur Verfügung.

Museen und Science Center als Lernorte auch über und mit digitalen Medien kooperieren mitunter eng mit Schulen. Das SalineTechnikum[18] am Technischen Halloren- und Salinemuseum Halle (Saale) ist eine „[…] außerschulische Bildungseinrichtung für technische Bildung. Ziel ist, das Technikinteresse von Kindern und Jugendlichen aller Bildungsstufen zu fördern, zu stärken, sie für Technik zu begeistern. Es favorisiert eine enge Zusammenarbeit mit Kindergärten und Schulen aller Schulstufen und Schulformen. Die Projektthemen sind lehrplanorientiert, alltags- und regionalbezogen, handlungsorientiert und berufs- und studienorientiert“ (“Halloren- und Salinemuseum Halle (Saale): SALINETECHNIKUM” 2014).

Gerade im Hinblick auf die Komplexität zeitgemäßer Medien- und Informatikbildung und deren Didaktik einerseits und der zunehmenden Existenz offener Zentren und Lernwerkstätten andererseits

[12] http://www.fablab-bremen.org

[13] http://hci.rwth-aachen.de/fablab_kids

[14] http://www.fablab-bayreuth.de/index.php/project-5

[15] http://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/stadtbibliothek/zentralbibliothek/die-4

[16] http://www.slub-dresden.de/service/arbeitsplaetze-arbeitsraeume/makerspace/?type=0%3FcHash%3Dbf97f769a40289626c9948ede37e0d5a

[17] http://www.buecherhallen.de/

[18] http://www.salinetechnikum.de

ist eine strukturelle Integration außerschulischer Lernorte (auch nach der Primarstufe) ein vielversprechendes Modell.

4.2 Internationale Projekte

Die Organisationsstruktur des deutschen Bildungssystems stellt zwar weltweit eine Besonderheit dar und lässt Vergleiche mit Bildungsstrukturen anderer Länder nur bedingt zu. International angelegte Studien und eine fortwährende globale, auch weltwirtschaftlich motivierte Diskussion um Bildung, Kompetenzerwerb und Fachkräfte ziehen jedoch kriterienbasierte Vergleiche und machen eine nähere Betrachtung, auch im Sinne eigener Wettbewerbsfähigkeit, unerlässlich. Sieben Länder haben im Jahre 2014 Projekte in der Größenordnung von jeweils mehr als 500.000 Endgeräten zum Zwecke der 1:1-Ausstattung von Schülerinnen und Schülern angestoßen, berichtet die Education Week über eine Studie von Futuresource Consulting (Molnar 2015). Darunter sind Thailand, die Türkei, Indien und Länder Südamerikas; alle hatten individuelle Rahmenbedingungen und Herausforderungen bei der Einführung. Zukünftig wird ein Marktanstieg erwartet; für den US-amerikanischen Markt sagt Futuresource Consulting beispielsweise eine zehnprozentige Steigerung in der Ausstattung mit mobilen Endgeräten an Schulen voraus. Bewährte und innovative Formen der Medienintegration können identifiziert werden und zur Findung eigener Lösungsstrategien in Deutschland anregen. Einige wenige ausgewählte Fallbeispiele werden im Folgenden aus dem internationalen Raum vorgestellt, bei denen die Integration digitaler Medien in den allgemeinbildenden Schulen strukturell – und mitunter projektbasiert – in Angriff genommen wurde.

4.2.1 Südkorea: Landesweite Medienintegration

Im Bildungssystem Südkoreas sind Informations- und Kommunikationstechnologien fester Bestandteil des Lehrplans und der Lehrpraxis. Politisch ist das „Ministry of Education, Science and Technology“ zuständig, das direkt der Regierung unterstellt ist und Regularien wie Curricula plant und die Implementierung steuert. Das Ministerium arbeitet mit den „Metropolitan Provincial Offices of Education“ zusammen, die die Bildungseinrichtungen in den 16 Landkreisen verwalten und Vorgaben implementieren. Als weiteres staatliches Organ wurde der „Korea Education and Information Service“ gegründet, der die Umsetzung der nationalen ICT-Richtlinie unterstützend vorantreibt (Hwang et al. 2010).

In den 1990er Jahren wurde mit der Einführung digitaler Medien in das Bildungssystem begonnen. In drei sog. „Master Plans“ wurden flächendeckend (1) IT-Infrastrukturen an allen Schulen (1996-2000) aufgebaut, (2) ein freier und ortsunabhängiger Zugang zu Lehr- und Lernmaterialien geschaffen und Fortbildungen zu ICT-Kompetenz und -Didaktik durchgeführt (2001-2005) sowie (3) nachhaltige Lehr- und Lernräume sowie -materialien entwickelt. Während der Durchführung des zweiten Masterplans wurde zudem eine landesweite Plattform „National Education Information System“ zur Verwaltung der Bildungsangelegenheiten eingeführt. Verschiedene inhaltlich und organisatorisch geprägte Richtlinien wurden aufgestellt und eingeführt, um den Stand der Entwicklung zu überprüfen und die Kompetenzen von Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern engmaschig zu evaluieren (Hwang et al. 2010).

Die zugrunde liegende Motivation der Umstrukturierung des Bildungssystems und Erhöhung des Finanzbudgets ist die Steigerung und Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit Südkoreas im internationalen Vergleich. Hier liegt das Land nun in vielen Studien auf den vorderen Plätzen (Hwang et al. 2010; Korea Education and Research Information Service, 2013; Sánchez et al. 2011).

Die Exploration innovativer Lehr- und Lernpraktiken wird durch die Verfügbarkeit einer einheitlichen und zuverlässigen IT-Infrastruktur ermöglicht. Beispielsweise werden Systeme in den Unterricht einbezogen, die Gamification - also die Aufbereitung von Inhalten anhand spieletypischer Prinzipien wie Belohnungssystemen, Fortschrittsanzeigen etc. - methodisch zum Kompetenzerwerb nutzen. In einem Pilotprojekt im Jahr 2010 wurden Lehrkräfte für das Unterrichtsfach Englisch per Telepräsenz gewonnen, die auf den Philippinen ansässig waren, wo Englisch neben Filipino offizielle Landessprache ist. Ein Robotertyp namens Engkey, entwickelt von einem Forschungsinstitut des Landes, verkörperlichte die Präsenz der Lehrkraft (Grzybowski 2013). Unabhängig von landesspezifischer Historie und kulturell geprägten Vorstellungen zu Schule und Lernen zeigt das Beispiel einen langfristig gedachten und strukturellen Ansatz der Medienintegration.

4.2.2 USA: Tablets im Los Angeles Unified School District

Im Jahre 2012 hat der Los Angeles Unified School District (LAUSD), zuständig für 900 Schulen sowie 187 sog. Charter Schools[19] und damit der zweitgrößte Schulträger in den USA, das Projekt „Common Core Technology Project“ gestartet. Das Projekt sieht eine 1:1-Ausstattung vor; allen Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern wird ein digitales Endgerät zur Verfügung gestellt und so sollen (1) Lehr- und Lernpraktiken interaktiver werden, (2) der Erwerb von Mediennutzungskompetenzen gewährleistet, individuelle Förderung verbessert und (3) flächendeckende Zugangsmöglichkeiten zu modernen Technologien geschaffen werden, um dem „Digital Divide“ zu begegnen. Eine erste Abschätzung der Investitionskosten für Endgeräte, Softwarepakete und Basis-Netzinfrastruktur an den Schulen belief sich auf 700 Mio. bis eine Mrd. USD (Deasy 2012), diese Summe wurde später nach oben korrigiert. Im Herbst 2013 wurden die ersten Geräte (iPads) an Schulen verteilt, wozu ein Vertrag mit Apple geschlossen wurde. Nach Auswertung dieser ersten Auslieferungsphase sollen 2014-2015 alle Endgeräte verteilt und 2019 jede zweite Unterrichtseinheit online verfügbar sein. Eine Zwischenevaluation des Projekts durch „American Institutes for Research“ (Margolin et al. 2014) macht deutlich, dass die Nutzung von iPads die spätere Anschaffung von Tastaturen nötig macht. Die Möglichkeit zu individuellem und projektbasiertem Lernen wurde von Nutzenden als sehr positiv bewertet, ebenso der Zugriff auf interaktive Funktionen und Inhalte zur Vermittlung geografischer Phänomene, historischer Ereignisse oder Personen. Der organisatorische Teil ihrer Arbeit sei seit der Umstellung komfortabler, so die Lehrkräfte. Es gebe Fortbildungsbedarf zum Technologieeinsatz im Unterricht und die gelieferten Geräte sowie die Softwarepakete erfüllten nur bedingt nötige Anforderungen (z. B. fehle es an haptischen Tastaturen und auf das Curriculum abgestimmter Software), wodurch die Akzeptanz unter den Lehrkräften leide, heißt es weiter. Eine der größten Schwierigkeiten seien die bisherige IT-Infrastruktur an vielen Schulen gewesen, die für die Einbindung einer solch hohen Anzahl von Geräten nicht ausgelegt sei, und die limitierten technologischen Fachkenntnisse im Personal. Weiterhin haben die Konfiguration der Geräte für den Schuleinsatz sowie der Support hohen Zeitaufwand in Anspruch genommen; die im Projektplan vorgesehenen Ressourcen für Administration und Support waren nicht ausreichend und die Fachkräfte haben laut Ergebnis ihrer Befragung keine formelle Einweisung in das Projekt oder ihre Aufgabenbereiche bekommen. Langfristige Supportstrukturen an den Schulen wurden nicht etabliert. Ebenfalls kritisch wurde das Datenschutz- und Datensicherheitskonzept evaluiert. Ineffiziente Kommunikationsstrukturen zwischen Schulträger und Schulen, unklare Zuständigkeiten sowie mangelnde Einbeziehung der Eltern wurden seitens des Schulpersonals angemerkt. Auch der Druck öffentlichen Interesses erwirkte Anpassungen seitens der Projektkoordination zu einer progressiven

[19] Vgl. http://achieve.lausd.net/about

internen und externen Kommunikationsarbeit (ebd.). Im August 2014 wurde die Weiterführung des Projekts zunächst ausgesetzt. Bis dahin wurden 47 Schulen mit Endgeräten ausgestattet, die Anschaffung für und Distribution an weitere Schulen soll fortgeführt werden.[20]

Die Notwendigkeit einer verlässlichen, skalierbaren Basisstruktur schulischer IT und die Berücksichtigung der Besonderheiten des landeseigenen Bildungssystems mit seinen Akteuren werden an diesem Beispiel deutlich, welches wertvolle Erfahrungen und Ergebnisse für ähnliche Vorhaben liefert. Anschaffung und Betrieb geeigneter Endgeräte müssen in die gesamte Medienentwicklungsplanung einer Stadt bzw. Kommune eingebettet werden, um neben ebenso relevanten Themen wie Fortbildungen, Support, Datenschutz und -sicherheit, Zuständigkeiten etc. einen nachhaltigen Mehrwert für den Schulbetrieb (und die Schulverwaltung) leisten zu können.

4.2.3 Dänemark: Digitale Fabrikation als Pilotprojekt in Schulen

Im Rahmen des dreijährigen Forschungsprojekts FabLab@School.dk[21] werden in drei dänischen Kommunen[22] derzeit FabLabs an Schulen installiert. Initial als offener Treffpunkt zum praxisnahen Experimentieren mit modernen Produktionstechnologien am Center for Bits and Atoms des MIT von Neil Gershenfeldt entwickelt, gibt es weltweit derzeit etwa 437 registrierte FabLabs.[23] Sie bieten Zugang zu digitalen Fertigungstechnologien zum praxisnahen Erwerb von Medien- und Informatikkompetenzen (vgl. Walter-Herrmann und Büching 2013).

Das weltweit operierende Projekt FabLab@School – Digital Fabrication and Hands-on Learning in Education[24], ins Leben gerufen von Paolo Blikstein am MIT, untersucht das Potenzial digitaler Fabrikationstechnologien in vornehmlich schulischen Bildungskontexten und versteht sich als eine mögliche Implementierung von Paperts Konstruktionismus. Danach werden Lernprozesse am besten durch aktives Handeln, „learning-by-making“, also Re-, De- und Konstruktion von für den Lernenden bedeutsamen Artefakten gefördert (Papert 1993; Papert und Harel 1991): eine gekonnte wie naheliegende Verknüpfung, sind FabLabs doch Bestandteil der sog. „Maker Culture“ (Walter-Herrmann und Büching 2013).

Die Einrichtung der dänischen FabLabs im Projekt FabLab@School.dk wird, in Kooperation mit FabLab@School, gemäß skandinavischer Beteiligungskultur unter Einbeziehung aller Stakeholder durchgeführt, um eine hohe Akzeptanz und nachhaltige Nutzungsbereitschaft zu fördern. Vertreterinnen und Vertreter von Schulträgern und anderen Behörden, Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler werden durch regelmäßige Workshops eingebunden und gestalten die FabLabs maßgeblich selbst auf organisatorischer und inhaltlicher Ebene. Die Exploration der angewendeten Hardware und Software soll zudem den Aufbau notwendiger Kompetenzen für den laufenden Betrieb und die pädagogische Arbeit sichern. Die organisatorischen Anforderungen an den Betrieb eines Schul-FabLabs sind mit denen eines PC-Kabinetts vergleichbar (z. B. Raumbelegung); die Möglichkeiten der Integration in die Fachdidaktiken und anwendbare Lehr- bzw. Lernpraxen sind größer und vielschichtiger.

---

[20] http://home.lausd.net/apps/news/article/395954; http://achieve.lausd.net/Page/7132

[21] http://fablabatschool.dk/

[22] Vgl. http://eng.uvm.dk/, Danish Ministry of Education zur Struktur des dänischen Bildungssystems.

[23] https://www.fablabs.io/labs

[24] http://fablabatschool.org/

5 Szenarien lernförderlicher IT-Infrastrukturen

Die Entwicklung von Szenarien für eine lernförderliche IT-Infrastruktur setzt zunächst bei allgemeinen Grundsätzen an. Wir gehen davon aus, dass (1) der Aufbau von Insellösungen in jeder Schule aus heutiger Perspektive weder wirtschaftlich noch lernförderlich ist, auch wenn es Ausnahmen in der deutschen Schullandschaft geben mag. Es haben sich (2) im Zuge fortschreitender Mediatisierung in den letzten zehn Jahren gesetzliche Anforderungen an Informationssicherheit, Datenschutz, Jugendschutz und Urheberrecht entwickelt, die nicht mehr von einer Schule allein verantwortet werden können. Die heutige IT-Infrastruktur muss (3) für einen überschaubaren Zeitraum tragfähig sein und (4) zugleich kontinuierlich erweitert und angepasst werden.

Lernförderlich heißt in diesem Sinne, dass …

- Zugang und Nutzung einfach und ohne Hürden für alle möglich sein müssen.
- die IT-Infrastruktur die Entwicklung von Lern- und Lehrszenarien ermöglicht, die aus Sicht von Lehrenden und Lernenden Vorteile bringt.
- eine Verknüpfung schulischer, betrieblicher, häuslicher oder vollständig mobiler Nutzung der schulischen IT-Infrastruktur gewährleistet ist.
- die Nutzung sicher im Sinne der gesetzlichen Anforderungen an Datenschutz, Jugendschutz und Urheberrecht ist und diese Verantwortung nicht auf die individuellen Nutzenden verlagert wird.

5.1 Aufgabenteilung zwischen Land, Kommune und Schule

Auf Basis dieser allgemeinen Aspekte muss die schulrechtlich festgelegte Aufgabenteilung zwischen Bund, Ländern, Kommunen und Schulen berücksichtigt werden. Deutschland stellt hier eine Besonderheit dar, das Beispiel Südkoreas (siehe Kapitel 4.2.1) zeigt eine weitere Möglichkeit; Bildungspolitik mit Legislative auf Bundesebene. Insbesondere die im deutschen Gesetz verankerte kommunale Selbstbestimmung (Art. 28 Abs. 2 Satz 1 GG) wie auch das Konnexitätsprinzip erfordern die Ausdifferenzierung, da Landes- oder gar Bundesvorgaben zur schulischen Nutzung digitaler Medien unmittelbare Auswirkungen auf die Finanzierung vonseiten der Kommunen haben werden. Eine derartige Unterscheidung erleichtert zudem die Bestimmung der relevanten Kostenfaktoren und verdeutlicht zugleich die Potenziale der übergreifenden Erbringung von Infrastrukturleistungen durch den Schulträger bzw. das Land. Denkbar wären auch gemeinsame Dienstleistungen für mehrere Schulen im regionalen Verbund (bspw. für alle ortsansässigen Berufsschulen). Diese Formen sind allerdings sehr stark abhängig von den Bedingungen vor Ort und genügen daher nicht für eine allgemeine Betrachtung. Basierend auf den Fallstudien und anderen Untersuchungen lässt sich die folgende Erwartung formulieren: Was sind technisch-organisatorische Kernanforderungen, die unabhängig von dem Ausstattungsmodell und der konkreten pädagogisch-didaktischen Ausrichtung zu berücksichtigen sind und in den nächsten Jahren bei weiteren technologischen Innovationsschüben stabil bleiben?

- Internetzugang (Bandbreite abhängig von der Zahl der Endgeräte)
- LAN (bei mobilen Endgeräten auch WLAN)
- Dateiablage (Cloud-Speicher)
- Lernplattform (zentral oder individuell)
- Identitätsmanagementsystem (Authentifizierung, Rechte/Rollen)
- Technischer Betrieb und Support (einschließlich Maßnahmen zur Informationssicherheit und zum Schutz personenbezogener Daten sowie ein Datensicherungskonzept)
- Lizenzmanagement (Kauf, Miete, Open Educational Resources)

5.1.1 Verantwortung des Landes

Reine Landesaufgabe als Personalaufwandsträger ist die Finanzierung der Freistellung von Lehrkräften für die Aufgabe als Medienbeauftragte bzw. Medienbeauftragter[25], die als Kosten für die pädagogische Unterstützung gerechnet werden müssen, auch wenn ihre Rolle häufig die des technischen Supports ist. Hierbei bestehen sehr unterschiedliche Modelle. Im Durchschnitt lassen sich zwei bis vier Stunden pro Person für unsere idealtypische Schule (750 Schülerinnen und Schüler) rechnen, wobei Grundschulen meist ohne Stunden auskommen müssen und berufliche Schulen aufgrund ihrer größeren Selbstständigkeit dafür eigene Stellen besetzen.

Ebenfalls in der ausschließlichen Verantwortung der Bundesländer sind die Lehrerausbildung und die Lehrerfortbildung. Hierfür lassen sich keine Aufwandsschätzungen vornehmen. Gleiches gilt auch für die Prozesskosten bei der Entwicklung von Lehrplänen mit Medienbezug. Insbesondere die Sachausstattung der Studienseminare muss vom Land finanziert werden – im Vergleich zum Kostenvolumen in den Schulstandorten ist dies sicherlich nur ein kleiner Betrag.

Manche Bundesländer bieten auch Lernplattformen als zentrale Infrastrukturkomponenten an, wie das Beispiel Bremen zeigt, in dem derzeit landesweit ein bedarfsgerecht angepasstes Standardprodukt als Lernmanagementsystem eingeführt wird und mit einer umfassenden Planungs- und Testphase vorbereitet wurde (siehe Kapitel 4.1.5). In Baden-Württemberg gibt es mit der Bildungscloud auch Bestrebungen zum Einsatz einer landesweiten Lernplattform (siehe Kapitel 4.1.3), für die eine Planungsphase mit allen Beteiligten und eine detaillierte Anforderungserfassung erfolgten. Hier wird im Gegensatz zum Bremer Modell eine Eigenentwicklung favorisiert; mit dem Bestreben, die Verbreitung offener Standards und Inhalte im formalen Bildungsbereich voranzutreiben. In anderen Bundesländern obliegt dies der Schule, die aus dem Markt auswählt und über die Zuweisungen vom Schulträger finanziert wird. Die Funktionen variieren zwischen den Anbietern, im Kern geht es aber um Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten, die Verteilung von Hausaufgaben sowie die Terminorganisation usw.

Einige Bundesländer haben zudem Identitätsmanagementsysteme entwickelt, um die Authentifizierung und damit den berechtigten Zugriff auf Online-Ressourcen zu steuern. Ein zentrales ID-Management ist im Übrigen auch Bestandteil der Bremer Lösung.

5.1.2 Verantwortung der kommunalen Schulträger

Technische Basiskomponenten sind vom Schulträger zur Verfügung zu stellen. Dies wird in der Regel im Schulgesetz, allerdings mit erheblichem Interpretationsspielraum festgeschrieben. Sie umfassen Strom, Räume usw., aber auch Internetzugänge (über verschiedene Provider), lokale Verkabelung, aktive Netzkomponenten bis zu WLAN. Hinzu kommen die entsprechenden Personalkosten für den dauerhaften Betrieb und weitere Prozesskosten u. a. für Beschaffung, Ausschreibung und Koordination. Auf Basis einer Studie bei kommunalen Schulträgern (Breiter et al. 2008) haben wir ermittelt, dass diese Kosten in etwa mit der Zahl der Endgeräte (bzw. der Nutzerinnen und Nutzer) skalieren. Hinzu kommt für die kommunalen Schulträger die Bereitstellung einer Basisinfrastruktur für Endgeräte (wie Computerräume mit bis zu 30 Geräten). Hierbei ist zu beachten, dass in dieser Studie Computerräume bewusst zur Basisinfrastruktur gezählt werden, weil sie

[25] Die Bezeichnungen sind in den Bundesländern sehr unterschiedlich: Pädagogische/r IT-Koordinator/in, Multimediabeauftragte/r o. Ä.

zum einen nach wie vor erforderlich sein werden (bspw. für Informatikunterricht, für Instruktionsphasen, für die interne Fortbildung oder auch bei der Nutzung komplexerer Softwareprodukte) und sie zum zweiten üblicherweise nach einem festen Schlüssel und in regelmäßigen Abständen durch die kommunalen Schulträger eingerichtet werden. In seiner Aufgabe als städtischer Schulträger hat das Schulverwaltungsamt Düsseldorf den Fokus seiner Medienentwicklungsplanung auf mobiles und individuelles Lernen gelegt und dazu u.a. eine eigene Strategie zur Endgeräteausstattung und zum Basis- und Netzwerkinfrastrukturausbau entwickelt, wie dem Fallbeispiel in Kapitel 4.1.1 zu entnehmen ist. Im internationalen Raum sei auf das Projekt in Los Angeles verwiesen, mit dem der Schulträger die 1:1-Ausstattung aller Schülerinnen und Schüler zum Ziel hat (siehe Kapitel 4.2.2).

Manche Schulträger stellen zudem eine Lernplattform zur Verfügung. Dies erfolgt häufig als Maßnahme zur Kostenreduzierung, um die Aufstellung von Servern in jeder Schule zu reduzieren und darüber entsprechende Dateiablagen (Cloudspeicher) anzubieten.

Am Beispiel des FabLab@School.dk-Projekts wird die mögliche Kooperation zwischen einzelnen Schulträgern und Forschungseinrichtungen deutlich (siehe Kapitel 4.2.3). Drei dänische kommunale Schulträger erarbeiten entlang einer einheitlichen Rahmung individuelle Konzepte u.a. für Raumgestaltung, Gerätebedarf, -anschaffung, Support, curriculare Einbindung und Fortbildungen. An einer ihrer Schulen wird jeweils ein FabLab als Pilotprojekt konzipiert und betrieben. Dabei stehen die Beteiligten untereinander in Kontakt und tauschen Erfahrungen und Expertenwissen aus. Wissenschaftlich wird dieses Vorhaben durch die Universität Århus begleitet.

5.1.3 Kombinierte Verantwortung von Schulträger und Land

Die meisten Bundesländer stellen Inhalte (gekoppelt an die Lehrpläne) über Medienserver zur Verfügung, die dann je nach Lizenzrechten durch die Kommunen (über die Medienzentren) finanziert werden müssen: Das Land zahlt in der Regel die Server und die Kommunen die Lizenzen. Über die Lizenzkosten gibt es keine verlässlichen Aussagen aus den Kommunen, zumal der Umfang regional stark variiert. Dazu tragen die Kommunen ihre Medienzentren und das Land finanziert das pädagogische Personal – so ist es in den Gesetzen zu den Medienzentren in den Bundesländern zumeist festgeschrieben. In manchen Bundesländern besteht zudem ein Landesmedienzentrum, das ebenfalls gemeinsam betrieben wird.

Darüber hinaus gibt es weitere, bundeslandspezifische Verabredungen über geteilte Verantwortung und Finanzierung, die hier aber nicht berücksichtigt werden können. Der Verein n-21, vorgestellt in Kapitel 4.1.2, dem neben privatwirtschaftlichen Unternehmen u.a. das Land Niedersachsen angehört, ist ein Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen Land, Schulträger und weiteren Akteuren.

Der Schulträger hat die Aufgabe, den Schulen Softwareprodukte zur Verfügung zu stellen. Diese werden zum Teil über Landeslizenzen günstig erworben. Als Alternative wird bei einigen Schulträgern den Schulen aus dem kommunalen Haushalt ein Budget zur Verfügung gestellt, aus dem diese einkaufen können. Eine genaue Zuordnung ist im Allgemeinen nicht möglich und muss im Konkreten im Rahmen der Medienentwicklungsplanung berechnet werden.

5.1.4 Verantwortung der Schulen

Alle genannten Komponenten, die in großen Konzernen oder auch in der Kernverwaltung zentral zur Verfügung gestellt werden, finden sich auch in der Verantwortung einer einzelnen Schule wieder.

Das kann an der begrenzten Bereitstellung durch den Schulträger liegen, an fehlenden Komponenten auf Landesseite, aber auch an Eigenheiten der Schule, weil alle zentralen Angebote den Bedürfnissen nicht entsprechen und es Lehrkräfte an der Schule gibt, die willens und in der Lage sind, die Dienste selbstständig anzubieten. Ob dies bei zunehmender Komplexität hinsichtlich Informationssicherheit und rechtlicher Rahmenbedingungen ein dauerhaft gangbarer Weg ist, ist zu bezweifeln, zumal immer weniger Lehrkräfte bereit (und in der Lage) sind, für den laufenden technischen Betrieb zu sorgen. Im Rahmen des Projektes School-IT-Rhein-Waal (siehe Kapitel 4.1.4) wurde ein Supportmodell entwickelt, das u.a. die fachspezifische Schulung von Schülerinnen und Schülern in praxisorientierter IT-Administration und -Konfiguration vorsieht und die Lehrkräfte so auf ihre pädagogische Arbeit fokussieren lassen soll. Hierbei wird der Einsatz von BYOD-Modellen in der Schule exploriert.

Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen (siehe Fallstudien), dass dort entweder die Schulen vollständig autonom über ihre IT-Infrastrukturen und die IT-Dienste entscheiden und ihnen dafür ein ausreichendes Budget zur Verfügung steht, das eine professionelle Dienstleistung (intern oder durch Dritte) erlaubt (Bsp. Großbritannien), oder die Distrikte bzw. Regionen Betrieb und Support zentral übernehmen bzw. dafür Dienstleister beauftragen. Häufig verbleiben in der Schule Supportaufgaben wie die Erstlösung oder qualifizierte Problembeschreibung. Dazu kommen originäre Aufgaben der pädagogischen Unterstützung, die über die pauschal berechneten Ermäßigungsstunden abgegolten werden, aber schulspezifisch sehr unterschiedlich zugewiesen sind, da sie mit anderen Aufgaben (bspw. Leitung, Bibliothek, Sonderaufgaben) in Konkurrenz stehen. Die Schule ist darüber hinaus in den meisten Fällen für die schulspezifische Softwareversorgung (in Zukunft auch der Apps für Tablets) verantwortlich und erhält dafür ein gewisses Budget vom Schulträger. Dies ist in den Kommunen ebenfalls sehr unterschiedlich geregelt.

5.2 Schulbezogene Ausstattungsszenarien

In den folgenden Kapiteln gehen wir bei den Kostenberechnungen von einer Modellschule aus, anhand derer wir die Kosten pro Schüler und Schülerin und Jahr für die einzelnen Positionen errechnen. Die Festlegung auf einen Anwendungsfall und damit bedingt auch einen Gültigkeitsbereich erlaubt es uns letztlich erst, zu konkretisieren und eine Abschätzung finanzieller und personeller Aufwände durchführen zu können. Im Augenmerk stehen dabei die Nachvollziehbarkeit und die Anwendungsnähe der durchgeführten Berechnungen, welche für den Einzelfall als Grundlage herangezogen und individuell angepasst werden können und mit entsprechenden Verschiebungen in den Finanzposten auch auf andere Schulformen übertragbar sind (vgl. auch Kapitel 6.4). Für die Modellschule gehen wir von den folgenden Annahmen aus: Die Modellschule …

- ist eine weiterführende Schule von der 5. Jahrgangsstufe bis zum Abitur in der 13. Jahrgangsstufe (G9),
- ist dreizügig bei einem durchschnittlichen Klassenfrequenzwert von 28,
- hat 750 Schülerinnen und Schüler,
- hat 55 Lehrkräfte bzw. pädagogisches Personal,
- hat 5 nicht unterrichtende Angestellte (Schulbüro, Hausmeister etc.)
- hat 40 Unterrichtsräume: 27 Klassenräume und 13 Fachräume (Informatik, Biologie, Chemie, Physik, Kunst, Musik, Mehrzweck),
- hat eine Gesamtfläche von etwa 7.500 qm.

Auf Basis dieser Modellschule werden im Folgenden die Kosten ermittelt und pro Schülerin und Schüler berechnet. Auch wenn nicht alle Kostenfaktoren linear mit der Schülerzahl skalieren (wie bspw. Support oder Lizenzkosten), ermöglicht diese Vereinfachung eine zweckmäßige Annäherung im Sinne eines Modells der Total Cost of Ownership.

Die lokalen schulbezogenen Szenarien beziehen sich ausschließlich auf die Endgerätestrategie. Vorausgesetzt ist die Bereitstellung zentraler Infrastrukturkomponenten, die in der Kalkulation der Gesamtausgaben pauschal berechnet werden. Grundidee ist die Erwartung, dass für den spezifischen Unterrichtszweck jederzeit auf computergestützte Lernmittel zugegriffen werden kann. Offen ist die Form (Notebook oder Tablet) wie auch die Strategie der Bereitstellung (z. B. nur in der Schule, Möglichkeit der außerschulischen Nutzung oder die Nutzung privater Endgeräte im Unterricht [BYOD]). Voraussetzung dafür ist eine sichere, zuverlässige Basisinfrastruktur, insbesondere eine WLAN-Abdeckung, Breitbandanbindung und die Zugriffsmöglichkeit auf zentrale Dienste.

Für die Ausstattung mit Endgeräten lässt sich ausgehend von OECD-Empfehlungen feststellen, dass Länder, die häufig als positive Beispiele für die Arbeit mit digitalen Medien genannt werden, eine Schüler-Computer-Relation von mindestens 5:1 umgesetzt haben (Evaluation Support and Research Unit Inspectorate at Department of Education and Science 2008). Die aktuellen Diskussionen gehen sogar deutlich weiter und weisen auf eine 1:1-Ausstattung der Schülerinnen und Schüler mit persönlichen digitalen Endgeräten hin. So fordert z. B. die Enquete-Kommission „Internet und digitale Gesellschaft“ des Deutschen Bundestages in ihrem Bericht zur Medienkompetenz (*Zweiter Zwischenbericht der Enquete-Kommission “Internet und digitale Gesellschaft” – Medienkompetenz* 2011) einen Paradigmenwechsel von der Ausstattung der Schulen hin zu einer Ausstattung der einzelnen Schülerinnen und Schüler und deutet in dem Bericht auch den Einstieg in die Elternfinanzierung mit staatlicher Subventionierung als möglichen Weg an. Aus diesen Grundüberlegungen lassen sich im Wesentlichen zwei Szenarien für die künftige Ausstattung der Schulen ableiten. Beide Szenarien bedürfen keiner Festlegung auf ein bestimmtes Endgerät pro Schülerin bzw. Schüler und lassen hier jeweils unterschiedliche Ausstattungsvarianten zu.

Szenario 1: Die Schule verfügt über einen Gerätepool, sodass bei Bedarf allen Schülerinnen und Schülern ein Endgerät zur Verfügung steht

Neben klassischen Computerräumen für den Informatik-Unterricht kommen hier vor allem auch mobile Klassensätze (Notebooks oder Tablets) für den allgemeinen Fachunterricht zum Tragen. Die Dimensionierung der Pools pro Schule erfolgt auf Basis von Stundenplänen und bisherigen Bedarfen. Ausgehend von der Maßgabe, dass jede Schülerin und jeder Schüler bei einem Soll von 30[26] Unterrichtsstunden pro Woche mindestens eine Stunde pro Tag mit digitalen Medien arbeiten soll, kann die Berechnung der Anzahl von Computerräumen und Notebooksätzen anhand der folgenden Formel erfolgen:

$$\frac{Anzahl\ Schülerinnen\ und\ Schüler}{Klassenfrequenzrichtwert} * \frac{5\ Wochenstunden\ Medieneinsatz\ (1\ pro\ Tag)}{30\ Wochenstunden\ Unterrichtsversorgung}$$

Für die Modellschule bedeutet das die Ausstattung mit fünf Computerräumen/mobilen Klassensätzen:

$$\frac{750\ Schülerinnen\ und\ Schüler}{Klassenfrequenzrichtwert\ 28} * \frac{5\ Wochenstunden\ Medieneinsatz\ (1\ pro\ Tag)}{30\ Wochenstunden\ Unterrichtsversorgung} = 4{,}5$$

[26] Nach einer Vereinbarung der Kultusministerkonferenz müssen von der fünften Klasse an bis zum Abitur 265 Unterrichts-Wochenstunden erteilt werden. Bei einem neunjährigen Bildungsgang (G9) entspricht dies im Schnitt 29,4 Unterrichtsstunden – von je 45 Minuten – pro Woche. Zwischen den neunten und elften Jahrgangsklassen werden diese Werte jedoch häufig überschritten.

Szenario 2: Alle Schülerinnen und Schüler verfügen über ein individuelles Endgerät
Schülerinnen und Schüler haben mit Eintritt in die weiterführende Schule ab Klasse 5 ein persönliches Endgerät zur Verfügung. Grundsätzlich bestehen zwei Optionen für die Beschaffung:

- Finanzierung über den Schulträger
- Eltern- oder Fremdfinanzierung

Die Höhe der Anschaffungskosten beeinflusst das im Sinne einer Total Cost of Ownership nicht, die Kosten werden lediglich von unterschiedlichen Trägern geleistet.

Bei einer 1:1-Ausstattung reduziert sich der Bedarf an Computerräumen um den Anteil des allgemeinen Fachunterrichts, der vornehmlich für den Informatikunterricht und zur Abnahme von Prüfungen bestehen bleibt. Unter der Annahme, dass eine Doppelstunde informatiknahen Unterrichts pro Klasse in der Woche stattfindet, verändert sich die Formel wie folgt:

$$\frac{Anzahl\ Schülerinnen\ und\ Schüler}{Klassenfrequenzrichtwert} * \frac{2\ Wochenstunden\ Informatik}{30\ Wochenstunden\ Unterrichtsversorgung}$$

Für die Modellschule bedeutet das die Ausstattung mit zwei fest installierten Computerräumen:

$$\frac{750\ Schülerinnen\ und\ Schüler}{Klassenfrequenzrichtwert\ 28} * \frac{2\ Wochenstunden\ Informatik}{30\ Wochenstunden\ Unterrichtsversorgung} = 1{,}8$$

Außerhalb des Unterrichts werden Computerräume nach Aussagen von Lehrkräften ebenfalls für die Durchführung von Fortbildungen mit und über digitale Medien sowie als Besprechungs-/Arbeitsraum (mit medialer Ausstattung) jenseits des Lehrerzimmers genutzt.

5.3 Einbeziehung privater Endgeräte (BYOD)

Aus der Marktentwicklung lässt sich folgern, dass in naher Zukunft immer mehr Jugendliche und Lehrkräfte über eigene mobile Endgeräte verfügen werden, die sich prinzipiell in Lern- und Lehrkontexten einsetzen lassen würden. Diese Einbeziehung privater Endgeräte wird im Firmenumfeld seit Längerem unter dem Stichwort Bring Your Own Device (BYOD) diskutiert und kann für Lehr- und Lernprozesse in der Schule und im außerschulischen Bereich einen deutlichen Mehrwert darstellen. Die wichtigsten aktuellen lehr-lerntechnologischen Entwicklungen in der Schule sind auch laut dem aktuellen NMC Horizon Report BYOD und Cloud Computing (Johnson et al. 2014). Insbesondere wird das Potenzial von BYOD für personalisiertes, individuelles Lernen in Inhalten und Tempo hervorgehoben. Bei einer 1:1-Ausstattung sei eine „seamless learning experience“ (ebd.: 35) nachgewiesen, heißt es weiter. Der unkomplizierte Zugang zu und die geräteunabhängige Verfügbarkeit von stets neuesten Cloud Computing-Applikationen werden aus Nutzersicht als maßgebliche Argumente der Technologie im Bildungskontext angeführt. Aus pädagogischer Sicht kann kollaboratives Lernen gefördert und können Synergieeffekte zu BYOD erzeugt werden. Relevant werden in den nächsten Jahren zudem u. a. 3D-Druck und virtuelle Assistenten: Themen, die auch in den allgemeinbildenden Schulen in Pilotmodellen erprobt werden (vgl. Kapitel 4.1.6 zu außerschulischen Lernorten, insbesondere FabLabs, und das Fallbeispiel Dänemark in Kapitel 4.2.3).

Durch BOYD haben die Nutzerinnen und Nutzer ihr eigenes und vertrautes Arbeitsgerät, das spontan in jeder Lern- und Lehrsituation genutzt werden kann und damit innovative Lernarrangements unterstützt. Dies führt zu höherer Motivation und Akzeptanz des Einsatzes digitaler Medien. Auf der

anderen Seite rücken Fragen der Rechtssicherheit und der Chancengleichheit stärker in den Fokus. Für die Schulträger kann BYOD die Umsetzung und Finanzierung einer 1:1-Ausstattung ermöglichen: Für die Investition in das Endgerät und den Support der eigenen Applikationen auf dem Gerät sind die Nutzerinnen und Nutzer selbst verantwortlich. Der Schulträger muss einen infrastrukturellen Rahmen schaffen, der sicherstellt, dass die Nutzerinnen und Nutzer mit ihrem eigenen Endgerät auf im Unterricht zu nutzende Daten, Applikationen und Medieninhalte (der Länder) zugegreifen können . Die verschiedenen Vor- und Nachteile von BYOD im Schulbereich können aus der Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Chancen und Risiken von BYOD

	Schulträger/Schule	Nutzerinnen und Nutzer
Chancen	• Private Endgeräte oft aktueller als Schulausstattung • Förderung der Umsetzung von 1:1-Strategien • Einsparung der Anschaffungskosten für Endgeräte • Geringere Kosten für Service und Betrieb der Endgeräte • Langfristig Synergiepotenziale bei den IT-Kosten durch Zentralisierung von Diensten	• Vertrautheit mit dem eigenen Endgerät • Förderung der Akzeptanz des Medieneinsatzes • Spontane Zugriffsmöglichkeiten auf Dienste der Schule bzw. des Schulträgers • Unterstützung von kollaborativem, kreativem und innovativem Lernen • Steigerung der Motivation bei Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkräften
Risiken	• Hohe Anforderungen und Erstinvestitionen in IT-Infrastrukturen (z. B. WLAN) und Bandbreiten • Rolle des Schulträgers/der Schule als Diensteanbieter • Kompliziertere rechtliche Rahmenbedingungen in Hinblick auf Datenschutz, Jugendmedienschutz, Urheberrecht • Regelung von Haftungsfragen	• Chancengleichheit vs. soziale Benachteiligung (Ersatzgeräte für Kinder ohne eigene Geräte) • Wahrung von Fernmeldegeheimnis/Datenschutz • Regelungen für Prüfungssituationen schwierig

Für die Umsetzung von BYOD bieten sich im Wesentlichen zwei Vorgehensweisen an, die in Hinblick auf die Komplexität und die rechtlichen Vorgaben höchst unterschiedlich sind.

(1) Der einfachere Weg ist eine rein webbasierte Bereitstellung von Applikationen und Inhalten, z. B. über eine Plattform im Internet. In diesem Fall muss der Schulträger lediglich einen (Gast) Zugang mit Authentifizierung in das Internet ermöglichen. Analog dazu sind Lösungen, wie sie für die mobilen Campus der Universitäten mit entsprechendem Identity-Campusmanagement bereits vielfach umgesetzt wurden. Entsprechende webbasierte Lernanwendungen sind bisher für Schulen aber nur in geringem Umfang verfügbar. Schnittstellen hierzu können Lernmanagementsysteme oder eine webbasierte Datenablage bieten.

(2) Deutlich voraussetzungsreicher und auch vor dem rechtlichen Hintergrund des Schulträgers als Diensteanbieter in Bezug auf Telemedien- und Telekommunikationsgesetz sowie den Datenschutz problematischer und technisch aufwendiger wäre es, wenn der Schulträger administrative Zugriffe (z. B. zur Installation von Software und Updates) auf die schülereigenen Geräte erhalten soll. Für die schulischen und privaten Daten sollte eine Schutzbedarfsfeststellung erfolgen. Nach Möglichkeit sollte eine Trennung privater und schulischer Daten und Anwendungen erfolgen.

In Hinblick auf Standardisierung und Sicherheitsthemen ist zu entscheiden, welche Anforderungen an ein privates Endgerät gestellt werden müssen, damit es im pädagogischen Netz betrieben werden kann, die dann über entsprechende Nutzungsvereinbarungen auch organisatorisch hinterlegt werden müssen. Entsprechende Regelungen sind zu treffen für:

- die Identifikation von Benutzertypen/-profilen,
- die Daten der Nutzerinnen und Nutzer,
- die Art der Datenübertragung,
- den Zugang zu IT-Infrastrukturen in der Schule bzw. beim Schulträger,
- die Zulassung von Gerätetypen,
- die Authentifizierungsmethoden,
- Kommunikationsbeschränkungen,
- Maßnahmen zur Wahrung der Privatsphäre der Nutzer,
- Maßnahmen bei Diebstahl/Verlust des Gerätes sowie
- den Fall des Austritts aus bzw. des Wechsels der Schule.

Aufgrund dieser Voraussetzungen ist von einer vollständigen Integration privater Endgeräte in schulische Infrastrukturen (Variante 2) eher abzusehen und die erste Variante über die Bereitstellung des Internetzugangs zu bevorzugen.

6 Kostenabschätzung

6.1 Basisangebote der Länder

6.1.1 Distribution digitaler Lernmedien und Materialien

Bisher werden Softwareanwendungen für die pädagogische Nutzung in der Regel lokal auf den (meist stationären) Computern der Schulen installiert bzw. über eine entsprechende Softwareverteilung distribuiert. Digitale Lernmaterialien können über die Online-Mediendistributionen der (Landes-)Medienzentren (z. B. Merlin, EDMOND, SESAM, BMOD usw.) abgerufen werden. Dort enthalten sind oftmals auch die Nutzungsrechte an verschiedenen Medienproduktionen der staatlichen Rundfunkanstalten (je nach Bundesland). Hierzu zählen auch die Angebote des Medieninstituts der Länder (FWU), das den Auftrag hat, audiovisuelle Medien zu produzieren und ihre Verwendung als Lehr- und Lernmittel in Bildung, Erziehung und Wissenschaft zu ermöglichen. Darüber hinaus können die Länder als Gesellschafter auch Beratungs- und Entwicklungsleistungen bei Mediendistributions- und Medieninformationssystemen beauftragen. Die FWU-Mediathek umfasst über 4.000 Medien, die zum Teil über die Landesserver, die kommunalen Medienzentren oder von einzelnen Schulen abgerufen werden. Die Lizenzkosten sind dabei pauschaliert: So erhalten derzeit Schulen für jährlich 600 Euro den Zugriff auf alle Medien (Grundschulen für 360 Euro pro Jahr).

Auf der kommerziellen Seite haben sich die 27 Schulbuchverlage zusammengeschlossen, um digitale Versionen ihrer Printwerke über eine gemeinsame Plattform anzubieten.[27] Das Angebot ist zum Schuljahr 2012/13 erstmals gestartet und es liegen wenige Erfahrungen damit vor. Hier werden insbesondere die Abrechnungs- und Lizenzierungsmodelle Einfluss auf technische Anbindungen haben.

Eine Hoffnung auf finanzielle Entlastung besteht darin, dass zum einen offene Bildungsmedien (Open Educational Resources, OER) stärkere Bedeutung gewinnen und zum anderen die urheberrechtlichen Anforderungen und die Kosten der Verwertungsrechte durch veränderte gesetzliche Schranken reduziert werden (wie in der Digitalen Agenda der Bundesregierung angekündigt). Bisher lässt sich Letzteres noch nicht abschätzen und OER sind erst am Anfang ihrer Entwicklung, zumal die Abstimmung mit den Lehrplänen und ihre Qualitätssicherung in den Ministerien noch nicht abschließend geklärt sind.

Es bietet sich unabhängig von den Lizenzmodellen für eine lernförderliche IT-Infrastruktur an, Content zunehmend auf Basis von webbasierten Technologien zu integrieren, damit alle an den Lehr- und Lernprozessen beteiligten Personen jederzeit und von jedem Ort sowie nach Möglichkeit auch unabhängig vom verwendeten Endgerät aus zugreifen können. In Abhängigkeit davon, wie die künftigen Nutzungs- und Distributionsmodelle der verschiedenen Hersteller aussehen werden, müssen die kommunalen Schulträger gegebenenfalls ihre IT-Infrastrukturen anpassen, um die verschiedenen Angebote adäquat zu integrieren. Dafür bieten sich wiederum unterschiedliche Lösungswege an:

- Vom Schulträger selbst betriebene Applikationen könnten zentral gehostet und mit einem Webzugriff versehen werden (cloudbasierter Dienst).
- Eine Softwarebereitstellung auf unterschiedlichen Endgeräten kann auch über Virtualisierungstechniken erfolgen.

[27] Vgl. www.digitale-schulbuecher.de

- Für standardisierte Bildungsangebote und Applikationen können zunehmend webbasierte Angebote von externen Anbietern eingebunden werden, z. B. als Public-Cloud-Angebote, sofern diese den datenschutzrechtlichen Anforderungen genügen.
- Über die Mediendistribution der Medienzentren werden Film-, Ton- und Bildmaterialien zur Verfügung gestellt. Neben dem zunehmenden Angebot aus den Mediatheken der öffentlichen und privaten Rundfunkanstalten bietet auch das FWU ausgewählte Materialien an.

Alle Materialien müssen für Lehrende und Lernende einfach zugänglich gemacht werden, z. B. über die Schulserverlösung oder eine Lernplattform. Bei der Integration der verschiedenen Angebote besteht für Schulträger daher die Herausforderung darin, die Übergänge zwischen eigenen Angeboten und den Produkten von Drittanbietern so zu gestalten, dass die Angebote für die Nutzerinnen und Nutzer einheitlich präsentiert werden und ohne Medienbrüche genutzt werden können. Dazu müssen externe Angebote (z. B. von Schulbuchverlagen, Contentanbietern oder Hostern von Webapplikationen) in eigene Lösungen integriert werden. Der Zugriff auf Content kann z. B. webbasiert über Einstiegsportale (z. B. Webportal der Schulserverlösung) erfolgen, die an die verschiedenen Altersgruppen der Schülerinnen und Schüler angepasst werden können. Über das Identitätsmanagement muss sichergestellt werden, dass Schülerinnen und Schüler und ihre Lehrkräfte nur auf für sie lizensierten Content und für sie lizensierte Applikationen zugreifen können.

Tabelle 2: Kostenannahmen Volumenlizenzen

Gegenstand	Kosten pro Jahr	Kosten pro Schülerin bzw. Schüler u. Jahr der idealtypischen Schule
Lizenzkosten Medien vom FWU	600 Euro pro Schule	0,80 Euro
Softwarelizenzen (Bsp. Großstadt: 70.000 Schülerinnen und Schüler, 3.500 Lehrkräfte)	ca. 100.000 Euro	2,00 Euro

Alle anderen Kosten sind nicht kalkulierbar, weil sie von den jeweiligen Bedingungen vor Ort abhängen.

6.1.2 Zentrale Plattformen und Portale

Sofern das Land neben dem Bildungsportal als Einstieg zu den entsprechenden Angeboten (bzw. über das Portal eines Landesmedienzentrums) auch eine zentrale Plattform betreibt, ist nach derzeitigen Erfahrungswerten mit jährlichen Kosten von etwa 1 Euro pro Schülerin und Schüler zu rechnen. In unserer Berechnung haben wir diese Position allerdings den Kosten für zentrale Dienste beim Schulträger zugerechnet (siehe Kapitel 6.2.3), um die Ausgaben nicht doppelt zu rechnen.

6.1.3 Pädagogische Unterstützung und Fortbildungen

Die Grundannahmen für die pädagogische Unterstützung durch Medienbeauftragte belaufen sich in vielen Bundesländern auf zwei bis vier Ermäßigungsstunden pro Lehrkraft und Jahr. Nimmt man pro Stunde kalkulatorische Kosten von ca. 2.000 Euro pro Jahr an, so lassen sich die Kosten pro Schülerin und Schüler berechnen – auch wenn sie vom Land finanziert werden.

Tabelle 3: Kostenannahmen pädagogische Unterstützung

Gegenstand	Kosten pro Jahr	Kosten pro Schülerin bzw. Schüler u. Jahr der Modellschule
Ermäßigungsstunden	2-4 Std. à 2.000 Euro pro Schule	5,00 – 10,00 Euro

Für eine wirkliche Vollkostenrechnung im Sinne des TCO-Modells müssten dann noch die Ausgaben für die Ausbildung, die Studienseminare und die Fortbildungen einbezogen werden.

6.2 Basisinfrastrukturangebote der Kommunen

6.2.1 WLAN/Internet

Die Grundlage für die Dimensionierung des Internetanschlusses bilden die künftigen Nutzungsszenarien der Schulen. Hierzu gehören Faktoren wie die Schulform oder die Art der zu nutzenden Geräte und Anwendungen bzw. deren Integration in den Unterricht. Künftige schulische Anwendungen in der mobilen Nutzung erfordern in diesem Zusammenhang neben hohen Downloadraten insbesondere auch deutlich höhere Geschwindigkeiten für den Upload (z. B. für die Datenablage auf einer Lernplattform). Sollen in weiterführenden und berufsbildenden Schulen auch private Endgeräte über ein WLAN das Internet nutzen können, sind ebenfalls deutlich höhere Bandbreiten erforderlich. Für schulische Zwecke müssen dann vor allem die Besonderheiten der Nutzung, wie zum Beispiel die Gleichzeitigkeit des Zugriffs ganzer Schulklassen auf das Internet, und damit entsprechend hohe Aufteilungen der Bandbreite berücksichtigt werden. Anforderungen, die etwa durch mobiles Lernen, die Inanspruchnahme webbasierter Applikationen oder die Integration von Online-Medien entstehen, können durch die aktuell verfügbaren Bandbreiten oft nicht ausreichend unterstützt werden. Vielmehr werden verstärkt symmetrische Netzanbindungen erforderlich sein. Eine auf die zukünftigen Bedarfe hin skalierbare Breitbandanbindung bildet daher die Grundvoraussetzung für die Mediennutzung in den Schulen.

Das für Schulen kostenlos angebotene T@school-Paket liefert 16 MBit/s maximale Downloadgeschwindigkeit und hält damit den genannten Anforderungen nicht stand. Darüber hinaus bietet die Telekom Schulen den schnelleren VDSL-Zugang zu vergünstigten Konditionen an, sofern dieser geografisch verfügbar ist. Andere Anbieter haben vergleichbare Produkte im Angebot; die Kosten für einen solchen asymmetrischen Anschluss belaufen sich auf ca. 50 Euro monatlich bzw. 600 Euro im Jahr. Auch hier ist die Bandbreitengrenze insbesondere in Hinblick auf den Upload schnell erreicht, wenn mobiles Lernen in der Cloud fester Bestandteil des Unterrichts bzw. schulischen Lernens werden soll. Ein entsprechender symmetrischer Zugang (Business-Produkt) kann die o. g. Kosten mit bis zu 1.000 Euro im Monat um ein Vielfaches übersteigen. Als weitere Alternative kann eine Anbindung an bestehende Glasfaserinfrastrukturen der Kommune in Betracht kommen. Neben den laufenden Kosten – gelegentlich auch in Abhängigkeit dazu – stehen hier die Investitionskosten, die gegebenenfalls auch Einmalkosten für Baumaßnahmen erfordern können. Diese sind daher je nach Betreibermodell individuell zu kalkulieren.

Tabelle 4: Kostenschätzung WLAN/Internetanbindung

Variante	Kosten Modellschule	Kosten pro Schülerin und Schüler
(V)DSL / Kabelnetz (asymmetrisch)	600 EUR pro Jahr	0,80 EUR pro Jahr
Breitbandanbindung (symmetrisch)	12.000 EUR pro Jahr	16,00 EUR pro Jahr
Anbindung an das Glasfaser-/Stadt-netz	Individuell zu kalkulieren	Individuell zu kalkulieren

6.2.2 LAN/WLAN

Zugang zu Netzen ist heute unverzichtbares Element der Nutzung von Informationstechnologie für Arbeit, Bildung und Freizeit. Für den Einsatz mobiler Geräte in den Schulen stellen dafür zunehmend funkbasierte Netze eine notwendige Bedingung dar. Das Vorgehen beim Ausbau kann ausgehend von der Klassifizierung der Ziele der jeweiligen Schulen zunächst in eine grundlegende Abdeckung der Schulgebäude und mit zunehmender Nutzungsintensität den Ausbau der Kapazität unterteilt werden. Die folgende Abbildung verdeutlicht mögliche Ziele eines Ausbaus des WLAN in den erwähnten Kategorien.

Abb. 3: WLAN – Ziel Abdeckung vs. Kapazität

BertelsmannStiftung

Um die selbstverständliche, tägliche Nutzung des WLAN zu ermöglichen, muss zum einen die Abdeckung an allen relevanten Einsatzorten, wie Klassen- und Fachräumen, Vorbereitungsräumen, oder an anderen Lernorten, wie z. B. Freiarbeitszonen, gewährleistet sein. Um den gleichzeitigen, stabilen Zugang aller Schülerinnen und Schüler einer Klasse auf große Informationsmengen im Internet über das WLAN zu gewährleisten, reicht oft ein auf Abdeckung orientiertes Netz nicht aus. Für eine solche parallele Nutzung muss ausreichend Kapazität (genügend Netzdurchsatz) zur Verfügung stehen. Dieses Ziel erfordert meist eine dichtere Setzung der APs unter Berücksichtigung der spezifischen Gebäudeeigenschaften.

Verfügt eine Schule nicht oder nur teilweise über eine ausreichende Festnetzinfrastruktur, sollte der WLAN-Ausbau als Vollausbau in Zusammenhang mit der Festnetzlösung geplant werden. Ein Ausbau von Festnetz und Funknetz ist stark von den jeweiligen Gebäudegegebenheiten abhängig und

sollte durch Netzwerkexperten begleitet werden. Bei der Planung des WLAN-Ausbaus sollte ein Planungshorizont von ca. zehn Jahren betrachtet werden. Hierbei ist zu beachten, dass sich Gerätegenerationen im Gegensatz zur Gebäudeverkabelung leicht auswechseln lassen.
Einer der zentralen Punkte der Sicherheit im WLAN ist die Authentisierung und Autorisierung jedes Nutzers der WLAN-Infrastruktur. Authentisierung bezeichnet die Ausweisung eines jeden Nutzers gegenüber dem Netzwerk. Unter Autorisierung versteht man hingegen die Differenzierung von Berechtigungen im Netzwerk. Eine Zentralisierung des Identity- und Access-Managements sollte in Betracht gezogen werden, damit darüber auch der Zugang zum WLAN gesteuert werden kann. Weiterhin ist kontinuierliche Überwachung erforderlich, um die fehlerfreie Funktionsweise zu gewährleisten. Sinnvoll und oft kostengünstiger ist eine Fernüberwachung durch eine gemeinsame Stelle, die auch die Festnetzkomponenten, die Internetanbindung und bei Bedarf die Schulserver in ihre Alarmierung aufnehmen kann, sodass Fehler bereits behoben werden können, bevor sie den Schulbetrieb beeinträchtigen.

Für die Herstellung der LAN-Vollverkabelung einer Schule mit einer Doppel-Anschlussdose pro Unterrichtsraum kann davon ausgegangen werden, dass für das passive Netz pro Doppelanschlussdose 800 bis 1.000 Euro (für Infrastruktur, Kabel, Brandabschottung, Unterverteilung in Computerräumen etc.) aufgewendet werden müssen. Weiterhin sind zentrale aktive Komponenten erforderlich, bei denen pro Switch mit 24 Ports Kosten von 1.500 bis 1.800 Euro (letztere mit Power over Ethernet, PoE) aufgewendet werden müssen, also ca. 63 bis 75 Euro pro Port. Erfahrungswerte hinsichtlich der Kosten von WLAN-Ausbauvorhaben aus dem Hochschulbereich liegen bei mindestens drei Euro pro Quadratmeter der mit einem Funknetz auszustattenden Grundfläche. Dabei wird davon ausgegangen, dass bereits eine Festnetzverkabelung vorhanden ist, auf der im Wesentlichen aufgebaut werden kann. Eine besondere Schwierigkeit der Funkverkabelung in Schulen stellen möglicherweise ältere Gebäude und insbesondere historische Gebäude mit dicken Wänden dar. Notwendige Baumaßnahmen, massive Erhöhungen der Kapazität und die Qualität der verwendeten Komponenten können diesen Wert noch einmal verdoppeln.

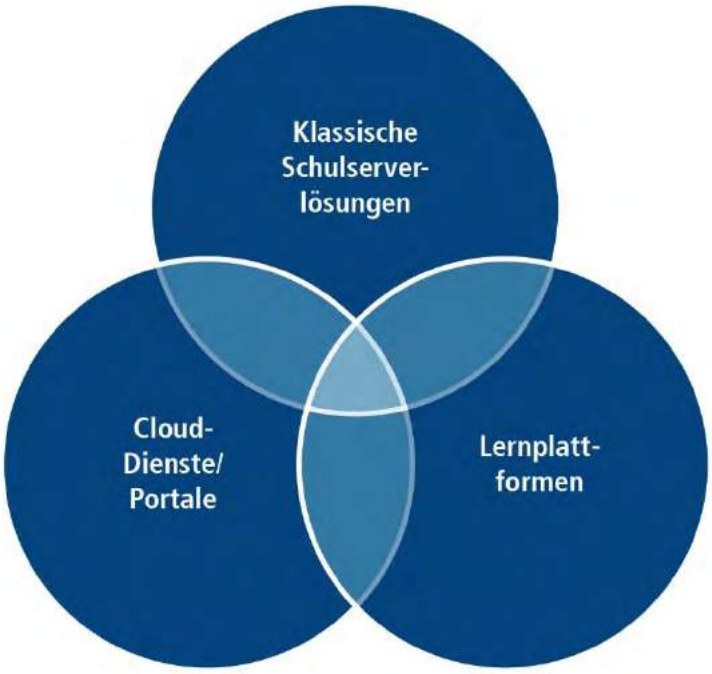
Tabelle 5: Kostenschätzung LAN-/WLAN-Ausbau

Variante	Kosten Modellschule (Einmalkosten)	Kosten pro Schülerin und Schüler
LAN-Ausbau auf eine Doppelanschlussdose pro Unterrichtsraum (900 € pro Dose in 40 Räumen und 75,00 € pro Port für 150 Ports in der Modellschule)	47.250 € Abschreibungswert (10 Jahre): 4.725 € pro Jahr	6,30 € pro Jahr
WLAN-Upgrade auf eine bestehende LAN-Infrastruktur (3,00 - 6,00 € pro qm Fläche für 7.500 qm in der Modellschule)	22.500 – 45.000 € Abschreibungswert (10 Jahre): 2.250 € pro Jahr	3,00 – 6,00 € pro Jahr

6.2.3 Zentrale Dienste

Schulserverlösungen werden häufig als integrierte Produktlösungen verstanden, die eine Vielzahl an Funktionalitäten abdecken. Gleiches trifft auf Lernplattformen zu, die viele dieser Dienste redundant zu Schulserverlösungen anbieten. Wie die folgende Abbildung skizziert, werden zunehmend cloudbasierte Lösungen am Markt angeboten, die jeweils einzelne Dienste realisieren. In Summe werden in der Schule eine Vielzahl von Diensten mehr oder weniger intensiv genutzt, deren Erbringungsform entschieden werden muss.

Abb. 4: Zentrale Dienste einer Schul-IT



BertelsmannStiftung

Beispiele für relevante Dienste sind Identity-Management, Datenzugriff, Kommunikation (E-Mail, Instant Messaging, Groupware-Systeme usw.), Filter, z. B. jugendgefährdender Inhalte, sowie Virenschutz, pädagogische und schulorganisatorische Funktionen, zentrale Softwareverteilung, Datensicherung, Drucken usw. Der Einsatz einer einheitlichen Lösung erscheint empfehlenswert, da u. a. Funktionalitäten wie Dateiablage und Dateiaustausch häufig gewünscht werden. Die Einführung einer entsprechenden Lösung müsste gegebenenfalls ausgeschrieben werden.

Tabelle 6: Kostenschätzung Lizenzkosten zentraler Dienste

Variante	Kosten Modellschule	Kosten pro Schülerin und Schüler
Lizenzkosten abhängig vom Hersteller	3.000 bis 7.500 € pro Jahr	4,00 bis 10,00 € pro Jahr

6.2.4 Wartung und Support

Bei einer internen Lösung für den Support ist weiterhin unabhängig von der gewählten Umsetzung ein erheblicher zusätzlicher Ressourcenbedarf notwendig. Beispiele von Schulträgern zeigen, dass für den Support mit einer Stelle Vollzeitäquivalent (VZÄ) für 300 bis 400 Endgeräte im Support zu rechnen ist. Mit diesem Stellenschlüssel schaffen die Schulträger in der Regel jedoch keinen Fullservice mit garantierten Erreichbarkeits-, Reaktions- und Wiederherstellungszeiten.

Ein Teil dieser notwendigen Ressourcen kann gegebenenfalls dadurch kompensiert werden, dass bestimmte Dienstleistungen an andere Dienstleister übertragen werden, was sich dann allerdings in erhöhten Dienstleistungsentgelten niederschlägt:

- Für die Hardware sollten Rahmenverträge mit einer Garantie über die Laufzeit (fünf Jahre) abgeschlossen werden, sodass Hardwareausfälle über die Laufzeit abgesichert sind. Eine Verpflichtung zur Aufstellung der Endgeräte am Einsatzort und der Netzanschluss mit dem Anstoß der Erstbetankung verlagern die Rolloutaufwände auf den Rahmenvertragspartner.

- Ein zentrales proaktives Monitoring und Management der (W)LANs stellt die Funktionsfähigkeit der Schulnetze sicher.
- Eine Schulserverlösung mit definiertem Herstellersupport (z. B. Ersteinrichtung, Servermonitoring und Störungsbehebung) stellt die Grundversorgung des Schulnetzes sicher.
- Eine zentrale Softwareverteilung für die Erstbetankung und die Rücksetzung der Endgeräte im Fehlerfall reduzieren die Aufwände für Softwarewartung.

Bei einem Betreuungsschlüssel von 1 VZÄ (Entgeltgruppe E/A 9) auf 300 Endgeräte entstehen ca. 15 Euro pro Rechner im Monat bzw. 180 Euro pro Rechner im Jahr an Personalkosten. Darüber hinaus kann der Support auch komplett an einen Dienstleister ausgelagert werden, was in der Regel zu ähnlichen Kosten führen wird.

Tabelle 7: Kostenschätzung Wartung und Support

Variante	Kosten Modellschule	Kosten pro Schülerin und Schüler
5:1-Ausstattung	27.000 € pro Jahr	36,00 € pro Jahr
1:1-Ausstattung	135.000 € pro Jahr	180,00 € pro Jahr

Insgesamt ist hierbei zu berücksichtigen, dass die Kosten für Wartung und Support stark variieren können, je nachdem wie hoch der Standardisierungsgrad (und damit die Einschränkung der Wahlfreiheit) oder die Personalkosten (nach Einstufung bei den IT-Dienstleistern) ausfallen. Ferner sind zentrale Lösungen für die Beschaffung und Inventarisierung der Endgeräte sowie Netzwerkkomponenten zu berücksichtigen, die dauerhaft verwaltet und als Personalkosten fakturiert werden müssen. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher möglicher Modelle, wie beispielsweise die Auslagerung an einen oder mehrere Dienstleister oder die Mobilisierung bestehender Zuständigkeiten in der kommunalen Kernverwaltung, sind diese nicht in der Kostenabschätzung abgebildet.

6.2.5 Prozesskosten

Für die Planung, Umsetzung und Steuerung eines Medienentwicklungsplanungsprozesses ist dauerhaft eine Verantwortlichkeit zu schaffen, die für Ausschreibungen, Beschaffungsabwicklung, Dokumentation, Controlling und Koordination zuständig ist.

Aus Vergleichen bei Schulträgern kann davon ausgegangen werden, dass hierfür je nach Ausstattungsmodell im Umfang eine volle Stelle (Entgeltgruppe E/A 13) für ca. 2.000 Endgeräte notwendig ist, die entweder neu geschaffen werden muss oder deren Aufgaben anteilig bestehenden Stellen zugeordnet werden. Es entstehen ca. 3 Euro pro Rechner im Monat bzw. 36 Euro pro Rechner im Jahr an Personalkosten.

Tabelle 8: Kostenschätzung Prozesskosten

Variante	Kosten Modellschule	Kosten pro Schülerin und Schüler
5:1-Ausstattung	5.400 € pro Jahr	7,20 € pro Jahr
1:1-Ausstattung	27.000 € pro Jahr	36,00 € pro Jahr

Auch bei den Prozesskosten muss davon ausgegangen werden, dass sie in der Realität der kommunalen Schulträger stärker variieren und nicht linear mit der Ausstattung steigen. Dies hängt wiederum davon ab, wie Beschaffung oder Steuerung jeweils organisiert und ob bereits Zurechnungen im Rahmen einer kommunalen Kosten- und Leistungsrechnung möglich sind.

6.3 Schulinfrastruktur

6.3.1 Endgeräte

Grundlage für die Modellrechnungen auf Basis der beiden Szenarien in Kapitel 5.2 bildet eine Mischkalkulation von mehreren Geräteklassen, die für den Betrieb in Schulen geeignet sind (aufgrund der sich schnell ändernden Rechnerkonfigurationen am Markt wurde auf eine detaillierte Spezifikation verzichtet):

- Desktop-PC inkl. Monitor, Tastatur, Maus (ca. 500 Euro)
- Notebook, optional Touchscreen (600 Euro)
- Tablet (300 Euro)

Für die Auswahl der Endgeräte ist insbesondere in Hinblick auf Tablets die Auswahl der Geräteplattform relevant, die sich in Hinblick auf die Funktionalität, das Softwareangebot, die Systemleistung und die Sicherheit zum Teil deutlich unterscheiden. Der Einsatz mehrerer unterschiedlicher Plattformen erhöht zudem den Aufwand für den Support deutlich.
Für beide Modellszenarien lassen sich mehrere Varianten abbilden, die davon ausgehen, dass für die Grundversorgung des informatiknahen Unterrichts mindestens zwei fest installierte Computerräume in der Modellschule benötigt werden.

Szenario 1 (insgesamt fünf Computerräume und/oder Notebook-/Tablet-Klassensätze), alternativ:
Szenario 1.1: Fünf Computerräume

- Szenario 1.2: Zwei Computerräume und drei Notebook-Klassensätze
- Szenario 1.3: Zwei Computerräume und drei Tablet-Klassensätze

Szenario 2 (zwei Computerräume und schülerindividuelle Notebooks/Tablets), alternativ:

- Szenario 2.1: Zwei Computerräume und schülerindividuelle Notebooks
- Szenario 2.2: Zwei Computerräume und schülerindividuelle Tablets

Tabelle 9: Kostenschätzung Endgeräte

Variante	Kosten Modellschule (Einmalkosten)	Kosten pro Schülerin und Schüler
1.1 (150 Desktop-PCs)	75.000 € Abschreibungswert (5 Jahre): 15.000 € pro Jahr	20,00 € pro Jahr
1.2 (60 Desktop-PCs, 90 Notebooks)	84.000 € Abschreibungswert (5 Jahre): 16.800 € pro Jahr	22,40 € pro Jahr
1.3 (60 Desktop-PCs, 90 Tablets)	57.000 € Abschreibungswert (5 Jahre): 11.400 € pro Jahr	15,20 € pro Jahr
2.1 (60 Desktop-PCs, 750 Notebooks)	480.000 € Abschreibungswert (5 Jahre): 96.000 € pro Jahr	128,00 € pro Jahr
2.2 (60 Desktop-PCs, 750 Tablets)	255.000 € Abschreibungswert (5 Jahre): 51.000 € pro Jahr	68,00 € pro Jahr

Die Kostenbeteiligung von Schule bzw. Schulträger zur Realisierung des Szenarios 2 ist abhängig vom jeweilig favorisierten Finanzierungsmodell der Endgeräte, also inwiefern und ob eine (anteilige) Kostenübernahme durch andere Organisationen, Fördervereine, Sponsoren bzw. Eltern vorgesehen

ist. Die Rahmenbedingungen (z. B. eine stabile und ausreichend dimensionierte IT-Basisinfrastruktur) sowie aktuelle Entwicklungen zu BYOD sind in Kapitel 5 aufgeführt und sollten bei der Planung dieses Modells entsprechend berücksichtigt werden.

6.3.2 Apps und Software

Für die Ausstattung mit Apps und Software zeichnen sich Entwicklungen ab, die für den Schulbereich Veränderungen in Hinblick auf die Bereitstellung von Applikationen (und zunehmend auch Content) ergeben werden und eine Kalkulation der Kosten erschweren:

- Über die Online-Marktplätze („Marketplaces“) der großen Plattformanbieter für mobile Endgeräte, wie z. B. Apple (iOS), Google (Android) und Microsoft (Windows 8/10), werden zum Teil bereits (Bildungs-) Applikationen, Lernspiele und elektronische Inhalte angeboten, die auch für den Schulbereich nutzbar sind. Hierfür sind aber zumeist individuelle Accounts und Abrechnungsfunktionen erforderlich, die den Einsatz von Managementlösungen erfordern.
- Software wird künftig zunehmend webbasiert angeboten. Das trifft bereits auf Office-Produkte (z. B. Microsoft Office 365 für Bildung [live@edu], Google Docs etc.) zu. Aber auch das Angebot an webbasierter Standardsoftware für andere Einsatzbereiche (z. B. Bildbearbeitung) sowie Lernsoftware wird weiter zunehmen. Hier ist vor allem die datenschutzrechtliche Bewertung relevant – insbesondere bei Angeboten, in denen die Leistungserbringung außerhalb der EU liegt.

Der Zugang zu diesen Angeboten stellt neue Anforderungen an die Bereitstellung von Content und Applikationen und einen gesicherten Zugang dazu. Die lokalen Infrastrukturen in den Schulen können diese Anforderungen immer weniger erfüllen.

Grundsätzlich bestehen zwei Welten, die zukünftig zu bewältigen sind:

1. Standard- und Lernsoftware, die lokal auf den standardisierten Geräten des Schulträgers installiert werden
2. Inhalte, die über einen Browser auf beliebige Endgeräte gebracht werden können (z. B. über Terminalservices oder Virtualisierung)

Die Befragung von Lehrkräften hat bei verschiedenen Schulträgern (z. B. Emden, Hannover) gezeigt, dass die weiterführenden Schulen überwiegend Office-Produkte einsetzen (jeweils etwa 50 Prozent). Andere Produkte, wie z. B. Mathematikanwendungen, Mindmapping-Tools, Bildbearbeitungsprogramme, Media Player oder Ergänzungen zu Lehrwerken, werden von wenigen Lehrkräften genannt. In den Grundschulen werden am häufigsten die großen Lernprogramm-Suiten wie Budenberg und Lernwerkstatt genannt. Hingegen werden Office-Anwendungen nur von wenigen Grundschullehrkräften genannt.

Hinzu kommt die erhöhte Verfügbarkeit von digitalen Schulbüchern seitens der Verlage, die über eine Software- oder auch zusätzlich webbasiert eingesehen werden können. Auch (interaktive) E-Books mit Bildungsinhalten werden veröffentlicht. Generell stellt sich hier die Herausforderung fehlender Standards bezüglich der Dateiformate und mitunter daraus resultierender Einschränkungen in Darstellung und Einstellungsmöglichkeiten an speziellen Endgeräten, was den Einsatz in der Schule erschwert.

Eine weitreichende Standardisierung des Softwareangebotes in Schulen ist notwendig, um eine zentrale Steuerung der IT-Ausstattung sowie auf Standardsoftware aufgebaute Supportangebote

und Fortbildungen zu ermöglichen. In Bezug auf den Softwareeinsatz in Schulen ergeben sich vier Kernprobleme, denen durch die Standardisierung begegnet werden soll:

1. Lehrkräften steht eine Vielzahl unterschiedlicher Softwareprodukte mit unterschiedlicher pädagogischer Eignung zur Verfügung, deren Auswahl nur schwer zu organisieren ist. Insbesondere neue Lehrkräfte erwarten einen definierten Sockel an Softwareprodukten, die an ihren Schulen bereitstehen.
2. Eine große Anzahl verschiedener Softwareprodukte kann in der Breite kaum effektiv und effizient von einem zentralen Support unterstützt werden.
3. Um die Nutzung von Softwareprodukten an den Schulen zu gewährleisten, ist es erforderlich, die Lehrkräfte im Umgang mit der Software und den Möglichkeiten ihres unterrichtlichen Einsatzes fortzubilden. Gezielte Fortbildungen sind jedoch in der Regel nur für eine begrenzte Anzahl unterschiedlicher Produkte möglich. Durch Definition eines Standards kann das Fortbildungsangebot an die darin enthaltenen Produkte angepasst werden.
4. Das Lizenzmanagement stellt die Schulen und den Schulträger aufgrund der unterschiedlichen Lizenzbestimmungen der Softwarehersteller vor große Schwierigkeiten.

Softwarestandardisierung im Kontext von Schulumgebungen bedeutet hierbei allerdings nicht, auf jedem Computer jeder Schule jeder Schulform die gleiche Software zu installieren. Es lassen sich vielmehr drei Ebenen identifizieren.

Abb. 5: Softwarestandardisierung – Aufbau der Pakete

BertelsmannStiftung

Für die Lizenzierung der Betriebssysteme ist eine Volumen-Lizenzierung gegenüber OEM-Lizenzen vorzuziehen, insbesondere auch um Betriebsprozesse (Softwareverteilung) entsprechend unterstützen zu können. Microsoft bietet über seine Distributoren über einen mit dem Medieninstitut der Länder (FWU) geschlossenen Rahmenvertrag zum einen ein Mietmodell und zum anderen Kauflizenzen (select) zu Bildungskonditionen an. In beiden Fällen handelt es sich um Upgrade-Lizenzen,

sodass eine ältere Betriebssystemlizenz vorhanden sein muss. Das Mietmodell hat zudem die Besonderheit, dass die Lizenzkosten auf Basis der in Vollzeit beschäftigten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Schule berechnet werden und die Produkte dann auf allen Rechnern der Schule eingesetzt werden dürfen. Für eine Kostenbetrachtung ist zu beachten, dass für das Mietmodell jährliche Kosten anfallen. Bei einem Kaufmodell fallen nur die einmaligen Kosten an. Über die Laufzeit eines Medienentwicklungsplans von fünf Jahren und einer Rechnerausstattung von besser als 5:1 ist das Mietmodell in der Regel günstiger als ein Kauf. Sollen die Lizenzen in der gleichen Version deutlich länger als fünf Jahre genutzt werden, kippt die Wirtschaftlichkeit zugunsten des Kaufmodells. Im Rahmen einer erweiterten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung muss neben den Kosten daher auch der Nutzwert des jeweiligen Modells betrachtet werden (z. B. Entfall des Lizenzmanagements).

Tabelle 10: Kostenschätzung Apps & Software

Variante	Kosten Modellschule	Kosten pro Schülerin und Schüler
Basispaket (Betriebssystem, Office, FWU-Vertrag, Mietmodell, ca. 57 € pro Vollzeit beschäftigte/n Mitarbeiter/in)	3.420 € pro Jahr (bei 60 Vollzeit beschäftigten Mitarbeitern)	4,56 € pro Jahr
Lernsoftware	Individuell zu kalkulieren	Individuell zu kalkulieren
Fachspezifische/webbasierte Software	Individuell zu kalkulieren	Individuell zu kalkulieren

6.3.3 Präsentationsmedien (IWB, interaktive Beamer)

Die Ausstattung der Unterrichtsräume mit innovativen Präsentationsmedien, wie z. B. Interaktiven Whiteboards (IWBs) oder interaktiven Beamern, ist zunehmend eine Anforderung aus den Schulen. Letztere bieten in Kombination mit einem konventionellen Whiteboard eine günstige Alternative und werden inzwischen von vielen Schulen gegenüber einem IWB favorisiert. Die Preise der unterschiedlichen Herstellersysteme differieren erheblich am Markt. Ein vollständiges IWB kostet durchschnittlich 3.500 Euro, interaktive Beamer mit passivem Whiteboard etwa die Hälfte. In beiden Fällen entstehen zusätzlich Kosten für die Montage. Beide Gerätetypen brauchen für die Interaktion eine Software, die in der Regel in einer Basisversion kostenfrei ist, für den vollen Funktionsumfang aber lizenziert werden muss. Es bietet sich an, hierfür einheitlich eine Software zu beschaffen, die unabhängig von einer speziellen Hardware betrieben werden kann. Für eine Schullizenz können Kosten bis zu 2.000 Euro anfallen. Die Produkte sollten schulträgerweit für alle Schulen einheitlich beschafft werden, um weitere Synergien zu realisieren und den Fortbildungsaufwand zu minimieren. Als dritte Möglichkeit bietet sich der Einsatz konventioneller Beamer ohne Interaktion an. Als Zubehör empfehlen sich generell zusätzliche Lautsprecher und Dokumentenkameras.

Für Schulträger bedeutet eine Vollausstattung somit bereits in der Anschaffung einen erheblichen Kostenaufwand. In größerem Umfang haben die deutschen Schulträger IWBs erst im Rahmen des letzten Konjunkturprogramms der Bundesregierung angeschafft, sodass bisher wenige Langzeiterfahrungen zum Einsatz, insbesondere zu den Folgekosten vorliegen. Erste Erfahrungswerte lassen den Schluss zu, dass die Ausstattung mit echten interaktiven Whiteboards ein Vielfaches gegenüber herkömmlichen Tafeln bei einer wesentlich kürzeren Nutzungsdauer kostet und die Folgekosten erheblich sind.

Trotzdem sollte für eine lernförderliche Infrastruktur die Ausstattung aller Unterrichtsräume mit Präsentationstechnik angestrebt werden. Grundsätzlich ist zu empfehlen, zunächst Computerräume

und (naturwissenschaftliche) Fachräume auszustatten. Für die weitere Ausstattung von Klassenräumen ist gegebenenfalls ein jährliches Budget vorzusehen und nach Vorlage von (geprüften) Medienkonzepten eine Zuteilung an die Schulen vorzunehmen. Dazu ist von den Schulen der Einsatz im Medienkonzept zu begründen und der Nachweis über die Fortbildung des Kollegiums zu erbringen. Bei umfangreichen Baumaßnahmen, die auch eine generelle Neuausstattung mit Tafeln nach sich ziehen, kann hingegen über eine sofortige Vollausstattung nachgedacht werden. Bei einer stufenweisen bzw. nachgezogenen Ausstattung ist eine inhomogene Geräte- und Softwareausstattung zu vermeiden.

Tabelle 11: Kostenschätzung Präsentationsmedien

Variante	Kosten Modellschule (Einmalkosten)	Kosten pro Schülerin und Schüler
Interaktives Whiteboard (Stückpreis 4.000 € inkl. Montage, Zubehör, Ersatzteile; Nutzungsdauer: 8 Jahre)	160.000 € Abschreibungswert (8 Jahre): 20.000 € pro Jahr	26,67 € pro Jahr
Interaktiver (Kurzdistanz-)Beamer mit passivem Whiteboard (Stückpreis 2.000 € inkl. Montage, Zubehör, Ersatzteile; Nutzungsdauer: 8 Jahre)	80.000 € Abschreibungswert (8 Jahre): 10.000 € pro Jahr	13,33 € pro Jahr
Beamer mit Projektionsfläche (Stückpreis 1.000 € inkl. Montage, Zubehör, Ersatzteile; Nutzungsdauer: 8 Jahre)	40.000 € Abschreibungswert (8 Jahre): 5.000 € pro Jahr	6,67 € pro Jahr
PC für den Betrieb der Präsentationstechnik (Stückpreis 500 €, Nutzungsdauer: 8 Jahre)	20.000 € Abschreibungswert (8 Jahre): 2.500 € pro Jahr	3,33 € pro Jahr
Softwareausstattung (2.000 € Schullizenz)	2.000 € Abschreibungswert (8 Jahre): 250 € pro Jahr	0,33 € pro Jahr

6.3.4 Multifunktionsgeräte

Wenn in den Schulen zunehmend die Möglichkeiten ausgebaut werden, dass die Lernenden und Lehrenden mit (mobilen) Endgeräten medienbruchfrei digitale Unterrichtsmaterialien und -medien nutzen können, tritt die Druckfunktionalität stärker in den Hintergrund. Nichtsdestotrotz zeigen Untersuchungen, dass selbst die Schülerinnen und Schüler in 1:1-Tablet-Projekten nach wie vor eine hohe Affinität zum Lernen mit Papier behalten, sodass ein vollständiger Verzicht auf Druckfunktionalitäten in den Schulen ausgeschlossen ist.

In den Kernverwaltungen geht der Trend hin zu zentralen Druckerkonzepten (Maurer et al. 2013). Die Ausstattung mit Einzelplatzdruckern wird zunehmend durch die Ausstattung mit netzwerkfähigen Multifunktionsdruckern, die neben dem Druck auch Funktionen zum Scannen und Kopieren bieten, abgelöst. Eine entsprechende Strategie ist auch für den Schulbereich sinnvoll. Alternativ ist auch zu prüfen, ob die bestehenden Kopierer in den Schulen netzwerkfähig sind und im pädagogischen Schulnetz betrieben werden können, da hier häufig Leasinggebühren an die Abnahme von Druckkontingenten geknüpft sind und sich finanzielle Vorteile ergeben können, wenn eine Schule diese bisher nicht ausnutzt.

Wesentliche Voraussetzung für die Integration in das Schulnetz ist entweder die WLAN-Fähigkeit des Multifunktionsgerätes oder ein Aufstellungsort in der Nähe von Festnetzanschlüssen. In der Regelausstattung ist ein Drucker für zwei Computerräume (mit je 30 Arbeitsplätzen) sinnvoll. Weiterhin ist zusätzlich maximal ein Multifunktionsgerät pro Etage oder Gebäudetrakt vorzusehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Abdeckung mit der Formel „ein Drucker auf 60 fest angeschlossene Endgeräte“ ausgedrückt werden kann. Die Preise für Multifunktionsgeräte (Farblaser) beginnen bei rund 300 Euro und können je nach Ausstattung auf bis zu 1.000 Euro steigen. Es wird daher ein kalkulatorischer Durchschnittspreis von 650 Euro unterstellt.

Tabelle 12: Kostenschätzung Multifunktionsgeräte

Variante	Kosten Modellschule (Einmalkosten)	Kosten pro Schülerin und Schüler
5:1-Ausstattung	1.625 € Abschreibungswert (5 Jahre): 325 € pro Jahr	0,43 € pro Jahr
1:1-Ausstattung	8.125 € Abschreibungswert (5 Jahre): 1.625 € pro Jahr	2,17 € pro Jahr

6.4 Zusammenfassung der Gesamtkosten

Eine Zusammenfassung der einzelnen Kostenblöcke ergibt für das Modell der 5:1-Ausstattung jährliche Kosten pro Schülerin bzw. Schüler von 95 Euro bis zu gut 180 Euro für die Maximalausstattung (vgl. *Tabelle 13*).

Tabelle 13: Kosten pro Schüler/Schülerin pro Jahr bei einer 5:1-Ausstattung

	min.	max.
Distribution digitaler Lernmedien und Materialien		
FWU-Medien	0,80 €	0,80 €
Software-Landeslizenzen	2,00 €	2,00 €
Zwischensumme	*2,80 €*	*2,80 €*
Pädagogische Unterstützung und Fortbildungen		
Ermäßigungsstunden	5,00 €	10,00 €
Zwischensumme	*5,00 €*	*10,00 €*
Basisinfrastruktur		
WAN/Internet-Anbindung	0,80 €	16,00 €
LAN	6,30 €	6,30 €
WLAN	3,00 €	6,00 €
Zentrale Dienste	4,00 €	10,00 €
Wartung und Support	36,00 €	36,00 €
Prozesskosten	7,20 €	7,20 €
Zwischensumme	*57,30 €*	*81,50 €*
Schulinfrastruktur		
Endgeräte	15,20 €	20,00 €
Standard-Softwarelizenzen	4,56 €	4,56 €
Präsentationsmedien	10,33 €	63,00 €
Multifunktionsgeräte (Druck)	0,43 €	0,43 €
Zwischensumme	*30,52 €*	*87,99 €*
Gesamt	**95,62 €**	**182,29 €**

Für eine durch den Schulträger finanzierte 1:1-Ausstattung liegen die jährlichen Kosten pro Schülerin bzw. Schüler zwischen gut 320 Euro bis 464 Euro für die Maximalausstattung (vgl. *Tabelle 13*4).

Tabelle 14: Kosten pro Schüler/Schülerin pro Jahr bei einer 1:1-Ausstattung

	min.	max.
Distribution digitaler Lernmedien und Materialien		
FWU-Medien	0,80 €	0,80 €
Software-Landeslizenzen	2,00 €	2,00 €
Zwischensumme	*2,80 €*	*2,80 €*
Pädagogische Unterstützung und Fortbildungen		
Ermäßigungsstunden	5,00 €	10,00 €
Zwischensumme	*5,00 €*	*10,00 €*
Basisinfrastruktur		
WAN/Internet-Anbindung	0,80 €	16,00 €
LAN	6,30 €	6,30 €
WLAN	3,00 €	6,00 €
Zentrale Dienste	4,00 €	10,00 €
Wartung und Support	180,00 €	180,00 €
Prozesskosten	36,00 €	36,00 €
Zwischensumme	*230,10 €*	*254,30 €*
Schulinfrastruktur		
Endgeräte	68,00 €	128,00 €
Standard-Softwarelizenzen	4,56 €	4,56 €
Präsentationsmedien	10,33 €	63,00 €
Multifunktionsgeräte (Druck)	2,17 €	2,17 €
Zwischensumme	*85,06 €*	*197,73 €*
Gesamt	**322,96 €**	**464,83 €**

Die hier dargestellten Schätzungen stellen eine Orientierungshilfe dar. Sie müssen in jedem Einzelfall mithilfe exakter Planungen gerechnet werden, zumal hier Annahmen einer Modellschule der Sekundarstufe zugrunde gelegt wurden und diese auf konkrete Schulen und ihre Bedingungen zu übertragen sind. Eine vorläufige analoge Rechnung für andere Schulformen lässt sich auf Basis dieser Abschätzung mit einer Verschiebung einiger Kostenpunkte realisieren. Ein Hauptkostenfaktor sind die Bereitstellung und der Betrieb der Basisinfrastruktur mit (W)LAN und Breitbandanbindung weiterhin sind die Betriebskosten der zentralen Dienste, der Lernplattformen und der Serverstruktur zu erwähnen. Diese sind, wie in Kapitel 3.3 und 5 zu lernförderlichen IT-Infrastrukturen diskutiert, essenzieller Bestandteil der IT-Infrastruktur aller Schulformen und müssen entsprechend eingeplant werden. Der Bedarf an zusätzlicher Ausstattung kann nach Schulform und auch mit dem individuellen Profil einer Schule variieren. Während Förderschulen einen größeren Anteil assistiver Technologien einplanen müssen, um Schülerinnen und Schüler entlang ihrer körperlichen, geistigen und auch sozialen Fähigkeiten und optimal in ihrem Kompetenzerwerb unterstützen zu können, benötigen Grundschulen i.d.R. weniger Computerräume im Verhältnis zur Schüleranzahl als Sekundarstufen, weil die techniknahem Unterrichtsinhalte in den höheren Jahrgangsstufen eine größere Rolle spielen und sich in Grundschulen die Einbindung digitaler Medien tendenziell eher in Unterrichtsformen wie einer Binnendifferenzierung anbietet, die die Verfügbarkeit von Präsentationstechnik und Endgeräten in den anderen Unterrichtsräumen erfordert. An Förder- und Grundschulen ist erfahrungsgemäß mit einem leicht höheren Supportaufwand für die Endgeräte zu rechnen, da weniger Entlastungsstunden und zumeist keine Lehrkräfte mit techniknahmen Fachschwerpunkt im 1st-Level-Support zur Verfügung stehen und Schülerinnen und Schüler nicht unterstützen können. Für eine Aufwandsschätzung an berufsbildenden Schulen können vergleichbare Faktoren wie an einer großen Schule der Sekundarstufe angelegt werden jedoch ist die besondere Berücksichtigung der abgedeckten Berufsfelder und sich daraus ergebender Ausstattungsbedarfe (z.B. für Werkstätten in Hard- und Software, spezielle Programmierumgebungen, Filmschnitt und -analyse, Kalkulationssoftware u.ä.), vonnöten, die die Bereitstellung zusätzlicher finanzieller Mittel erfordert.

Derzeit gibt es keine verlässliche Gesamtkostenermittlung für BYOD mit Elternfinanzierung für eine Schulregion bzw. kommunale Schulträger, sondern Erfahrungswerte aus einzelnen Schulen, die oftmals auch durch ein hohes Eigenengagement getragen werden und somit kaum in die TCO-Berechnung einfließen. Tendenziell ist nicht von einem hohen Einsparpotential seitens der Schulträger bei der Einführung von BYOD im Gegensatz zu einer Eigenanschaffung der Endgeräte auszugehen, da Hauptkostenfaktoren wie Netzwerktechnik, Breitbandanbindung sowie zentrale Dienste bleiben und der Supportaufwand mitunter steigt. Die Aufwände hängen stark von den individuellen Rahmenbedingungen und weiteren Faktoren wie der Ausstattungsstrategie ab und müssen im Einzelfall berechnet werden.

Bei einer vollständigen Elternfinanzierung reduzieren sich die Kosten für die Endgeräte, manche Softwarelizenzen und zum Teil für Wartung und Support, sofern es sich um Reparaturen handelt. Auf der anderen Seite werden die Kosten für die Bereitstellung der technischen Infrastruktur steigen, da es sich wahrscheinlich um unterschiedliche Endgeräte handelt, die wiederum zusätzlichen Aufwand bei der Einbindung und technischen Absicherung verursachen. Außerdem ist dabei immer zu beachten, dass eine Elternfinanzierung auch zu sozialpolitischen Konsequenzen führen wird, da nicht erwartet werden kann, dass in allen Regionen in Deutschland gleiche Voraussetzungen vorliegen. Somit ist eine schulspezifische Regelung durchaus denkbar, eine flächendeckende Ausstattung in dieser Form derzeit eher unwahrscheinlich.

Wenn man die ermittelten Zahlen für eine grundlegende lernförderliche IT-Infrastruktur allein für die Gesamtschülerzahl der weiterführenden allgemeinbildenden Schulen in Deutschland (5,63 Mio.) hochrechnet, müssten für die Umsetzung des 5:1-Modells mindestens 538 Mio. Euro und für die Umsetzung des 1:1-Modells bis zu 2,62 Mrd. Euro von den Ländern und Kommunen aufgewendet werden.

7 Fazit und Handlungsempfehlungen

Die Bereitstellung einer lernförderlichen IT-Infrastruktur ist eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingung für die Integration digitaler Medien in Lern- und Lehrprozesse einer Schule. Aus den Fallstudien und den vorliegenden Kostenschätzungen wird deutlich, dass es sich hierbei um Aufgaben handelt, die sich über alle Ebenen des Schulsystems erstrecken und in Zukunft auch die Bundesebene betreffen werden (siehe den aktuellen Beschluss des Deutschen Bundestages). Gleichzeitig wird auch deutlich, dass dies nicht mehr von einer Schule oder einer kleinen Gemeinde als Schulträger allein geleistet werden kann. Aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen, aber auch der technischen Komplexität muss eine lernförderliche IT-Infrastruktur professionell aufgebaut und gewartet werden – wie dies in anderen Ländern durchaus üblich ist. Eine Delegation auf die Einzelschule und dortige Lehrkräfte mag im Einzelfall möglich und erfolgreich sein – ein Konzept für die Breite ist dies nicht. Der Vergleich mit den Kostenmodellen von 1999 zeigt, dass insbesondere die Hardware- und Telekommunikationskosten sowie die Wartungskosten durch die Standardisierung deutlich gesunken und die damals kalkulierten aufwendigen Maßnahmen zur Basisqualifikation der Lehrkräfte heute nicht mehr so relevant sind.

Die geschätzten Kosten pro Jahr und Schülerin bzw. Schüler machen deutlich, dass auch eine Elternbeteiligung zu erheblichen Kosten bei den kommunalen Schulträgern führen wird, zumal diese sozialpolitisch keineswegs abgesichert ist. Die hier aufgezeigten Spannbreiten basieren auf der Annahme einer Modellschule der Sekundarstufe. Alle weiteren konkreten Berechnungen müssen im Rahmen von Medienentwicklungsplänen erfolgen, die auch eine Akzentuierung bestimmter Szenarien ermöglichen. Somit ergeben sich je nach Akteursebene des Schulsystems unterschiedliche Herausforderungen, die durch eine strategische Planung und verbindliche Verabredungen adressiert werden sollten.

Landesebene	Kommunale Ebene	Schulebene
• Kooperationsvereinbarung mit Kommunen über Übernahme von Kostenanteilen • Entwicklung eines Landeskonzepts Medienbildung • Bereitstellung von Landeslizenzen (FWU-Medien) • Bereitstellung von Plattformen (Medien, Kollaboration usw.) • Verknüpfung von Identitätsmanagementsystemen mit den Schulträgern • Bereitstellung vergleichbarer IT-Infrastrukturen in den Studienseminaren (nahtlose Nutzung in der Ausbildung und im Schulalltag)	• Zusammenführung der schulischen Medienkonzepte in einen kommunalen Medienentwicklungsplan • Aufbau von Koordinations- und Kommunikationsstrukturen • Gremienarbeit • Bestandsaufnahmen und kontinuierliches Anforderungsmanagement • Infrastrukturplanung, Beschaffung und Rollout • IT-Service-Management • Finanzplanung	• Medienkonzept als Teil des Schulprogramms • Interne Abstimmung der Endgerätestrategie • Planung des Softwarebedarfs • Organisation der lokalen Unterstützung • Verknüpfung mit außerschulischen Lernorten

Die fundamentale Bedeutung einer holistischen Betrachtungsweise und Zusammenarbeit über die Ebenen Land, Kommune, Schule und damit Zuständigkeiten hinweg, die im Mehrebenenmodell der Medienintegration als Mikro-, Meso- und Makroebene bezeichnet werden, wird beispielsweise in der kommunalen Medienentwicklungsplanung deutlich. Eine zentrale Grundlage für die IT-Ausstattung sind die individuellen Bedarfe der Schulen, die diese u.a. aus ihrem schulform- und schulprofilabhängigen Curriculum, ihrer pädagogischen Unterrichtsgestaltung, bestehenden Ausstattung und dem Fortbildungsstand der Lehrkräfte ableiten und in deren Zentrum die Ziele zum Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler stehen. Die Prüfung und Implementierung von Landesvorgaben, etwaiger durch das Land bereitgestellter zentraler Dienste sowie deren Ergänzung durch kommunal finanzierte, schulübergreifende Dienste ist dabei u.a. ebenfalls Bestandteil der Medienentwicklungsplanung und bedarf der ebenenübergreifenden Zusammenarbeit. Für die Bereitstellung und Instanthaltung lernförderlicher Infrastrukturen im Sinne einer vollständigen Medienintegration an Schulen ist keines der vorgestellten Ausstattungsszenarien hervorzuheben; vielmehr ist eine solide IT-Basisinfrastruktur erforderlich, die Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte in Lern- und Lehrprozessen und in ihrer pädagogisch-didaktischen Konzipierung unterstützt und dann mit einer entsprechend angepassten Endgerätestrategie individuellen Bedarfen gerecht werden kann.

Literatur

Altrichter, H., Brüsemeister, T., Wissinger, J., 2007. Educational Governance. Handlungskoordination und Steuerung im Bildungssystem. VS Verlag, Wiesbaden.

Arbeitsgruppe ICT und Medien, 2015. Schlussbericht der Arbeitsgruppe zu Medien und Informatik im Lehrplan 21.

Birkenhauer, J., 1999. Außerschulische Lernorte, in: Didaktik der Geographie – Begriffe. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, S. 14f.

Birkenhauer, J., 1995. Außerschulische Lernorte: HGD-Symposium Benediktbeuern 1993, Geographiedidaktische Forschungen; 26. Selbstverl. des Hochschulverbandes für Geographie und Didaktik, Nürnberg.

Bos, W., Eickelmann, B., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M., Schulz-Zander, R., Wendt, H., 2014. ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Waxmann, Münster, Westf.

Breiter, A., 2001. IT-Management in Schulen. Pädagogische Hintergründe, Planung, Finanzierung und Betreuung des Informationstechnikeinsatzes. Luchterhand, Neuwied.

Breiter, A., Aufenanger, S., Averbeck, I., Welling, S., Wedjelek, M., 2013. Medienintegration in Grundschulen. Vista, Berlin.

Breiter, A., Fischer, A., Stolpmann, B.E., 2008. Planung, Analyse und Benchmarking der Gesamtausgaben von IT-Systemlösungen für die pädagogische Nutzung neuer Medien in Schulen. Benchmarkingstudie über die Gesamtausgaben in vier Schulprojekten. Schulen ans Netz e.V., Bonn.

Breiter, A., Welling, S., Stolpmann, B.E., 2010. Medienkompetenz in der Schule, Schriftenreihe Medienforschung der LfM. Vistas, Berlin.

Burk, K., Claussen, C., 1980. Lernorte außerhalb des Klassenzimmers: didaktische Grundlegung und Beispiele: Methoden Praxisberichte Hintergründe. Arbeitskreis Grundschule.

Cuban, L., 2001. Oversold and underused: Computers in classrooms. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Deasy, J., 2012. Common Core Technology Project Plan.

Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK)) (Ed.), 2014. Medien und Informatik, in: Lehrplan 21.

Eickelmann, B., Lorenz, R., Vennemann, M., Gerick, J., Bos, W., 2014. Grundschule in der digitalen Gesellschaft. Befunde aus den Schulleistungsstudien IGLU und TIMSS 2011. Waxmann, Münster.

Eickelmann, B., Schulz-Zander, R., 2006. Schulentwicklung mit digitalen Medien – nationale Entwicklungen und Perspektiven, in: Bos, W., Holtappels, H.G., Klemm, K., Pfeiffer, H., Rolff, H.-G., Schulz-Zander, R. (Eds.), Jahrbuch der Schulentwicklung: Daten, Beispiele und Perspektiven. Band 14. Juventa, Weinheim, München, S. 277–309.

Ely, D.P., 1999. Conditions that facilitate the implementation of educational technology innovations. Educ. Technol. 42, S. 23–27.

Ertmer, P.A., 2005. Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? Educ. Technol. Res. Dev. 53, S. 25–39.

Evaluation Support and Research Unit Inspectorate, Department of Education and Science (Eds.), 2008. ICT in Schools – Inspectorate Evaluation Studies. Dublin.

Grzybowski, M., 2013. Educational technologies in South Korea. Gen. Prof. Educ. 2013, S. 3–9.

Halloren- und Salinemuseum Halle (Saale): SALINETECHNIKUM [WWW Document], 2014. URL http://www.salinetechnikum.de (abgerufen am 12.12.14).

Heinen, R., Kerres, M., Schiefner-Rohs, M., 2013. Bring your own device: Private, mobile Endgeräte und offene Lerninfrastrukturen an Schulen, in: Karpa, D., Eickelmann, B., Graf, S. (Eds.), Digitale Medien und Schule. Zur Rolle digitaler Medien in Schulpädagogik und Lehrerbildung. Schriftenreihe „Theorie und Praxis der Schulpädagogik". Prolog, Immenhausen, S. 129–145.

Hellberg-Rode, G., 2004. Außerschulische Lernorte, in: Unterrichtsplanung und Methoden, Basiswissen Sachunterricht. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler,S. 145–150.

Hennessy, S., Ruthven, K., Brindley, S., 2005. Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: Commitment, constraints, caution, and change. J. Curric. Stud. Educ. Eval. 37, S. 155–192.

Hwang, D.J., Yang, H.-K., Kim, H., 2010. E-Learning in the Republic of Korea.

Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., Freeman, A., 2014. NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Keil-Slawik, R., 1999. Evaluation als evolutionäre Systemgestaltung. Aufbau und Weiterentwicklung der Paderborner DISCO (Digitale Infrastruktur für computerunterstütztes kooperatives Lernen), in: Projektevaluation in der Lehre – Multimedia an Hochschulen zeigt Profil(e), Medien in der Wissenschaft. Waxmann Verlag, Münster, S. 11–36.

Kerres, M., Heinen, R., Stratmann, J., 2012. Schulische IT-Infrastrukturen: Aktuelle Trends und ihre Implikationen für Schulentwicklung, in: Schulz-Zander, R., Eickelmann, B., Moser, H., Niesyto, H., Grell, P. (Hrsg), Jahrbuch Medienpädagogik 9. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 161–174.

Korea Education and Research Information Service (Ed.), 2013. White Paper on ICT in Education Korea – Summary. Pure Communications, Daegu.

Kubicek, H., Breiter, A., 1998. Die Finanzierung neuer Medien in Schulen. Gutachten für die Bertelsmann Stiftung. Gütersloh.

Kultusministerkonferenz (Ed.), 2012. Medienbildung in der Schule.

Margolin, J., Haynes, E., Heppen, J., Ruedel, K., Meakin, J., Hauser, A., Blum, J., Chavez, S., Hubbard, A., 2014. Evaluation of the Common Core Technology Project: Interim Report.

Maurer, M., Stolpmann, B.E., Wind, M., Zajac, G., 2013. Informationstechnik – IT-Steuerung mit Kennzahlen und Organisation der IT, in: KGSt-Bericht aus der Vergleichsarbeit. Köln.

Molnar, M., 2015. Global 1-to-1 Computing in Schools Expected to Grow 12 Percent [WWW Document]. Educ. Week - Marketpl. K-12. URL: http://blogs.edweek.org/edweek/marketplacek12/2015/03/global_1-to-1_computing_in_schools_expected_to_grow_12_percent.html?cmp=SOC-SHR-FB (abgerufen am 31.03.2015).

Noenning, J.R., Oehm, L., Wiesenhütter, S., n.d. Fablabs für die Forschung.

OECD, 2015. Students, Computers and Learning: Making the Connection, PISA, OECD Publishing. URL http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en.

Papert, S., 1993. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas, 0002 ed. Basic Books.

Papert, S., Harel, I., 1991. Situating Constructionism, in: Papert, S., Harel, I. (Eds.), Constructionism. Ablex Publishing Corporation, Norwood NJ, S. 1–12.

Reinhold, G., Pollak, G., Heim, H., 1998. Pädagogik-Lexikon. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München.

Sánchez, J., Salinas, Á., Harris, J., 2011. Education with ICT in South Korea and Chile. Int. J. Educ. Dev. 31, 126–148. doi:10.1016/j.ijedudev.2010.03.003

Schaumburg, H., 2003. Konstruktivistischer Unterricht mit Laptops? Eine Fallstudie zum Einfluss mobiler Computer auf die Methodik des Unterrichts (Diss.). Freie Universität Berlin, Berlin.

Selwyn, N., 2011. Schools and Schooling in the Digital Age. Routledge, London.

Tearle, P., 2003. ICT implementation: what makes the difference? Br. J. Educ. Technol. 34, S. 567–583.

Hampel, T., 2001. Virtuelle Wissensräume. Ein Ansatz für die kooperative Wissensorganisation. Paderborn.

Tondeur, J., van Keer, H., van Braak, J., Valcke, M., 2008. ICT integration in the classroom: Challenging the potential of a school policy. Comput. Educ. 51, 212–223. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.003

Walter-Herrmann, J., Büching, C., 2013. FabLab: Of Machines, Makers and Inventors, Auflage: 1., Aufl. ed. Transcript, Bielefeld.

Weinreich, F., Schulz-Zander, R., 2000. Schulen am Netz. Ergebnisse der bundesweiten Evaluation. Ergebnisse einer Befragung der Computerkoordinatorinnen und Computerkoordinatoren an Schulen. Z. für Erzieh. 4, S. 577–593.

Working Group Education der OSB Alliance, 2013. Digitale Medien, Bildungsplattformen und IT-Infrastruktur an Schulen auf Basis offener Systeme und Standards – Referenzrahmen.

Zweiter Zwischenbericht der Enquete-Kommission “Internet und digitale Gesellschaft” – Medienkompetenz (No. Drucksache 17/7286), 2011.

Über die Autoren

Andreas Breiter, Dr., ist Professor für Angewandte Informatik mit dem Schwerpunkt Informations- und Wissensmanagement in der Bildung an der Universität Bremen und zugleich wissenschaftlicher Direktor des Instituts für Informationsmanagement Bremen GmbH (ifib). Seine Forschungsschwerpunkte sind E-Learning, Informations- und Wissensmanagement in Bildungssystemen sowie Informationssysteme zur datengestützten Schulentwicklung.

Björn Eric Stolpmann, ist Diplom-Informatiker mit dem Schwerpunkt Informationsmanagement. Er ist Geschäftsführer der ifib consult GmbH und zugleich kaufmännischer Leiter des Instituts für Informationsmanagement Bremen GmbH (ifib). Seine Arbeitsschwerpunkte sind IT-Management und Organisationsentwicklung in Bildungssystemen und der öffentlichen Verwaltung.

Anja Zeising, Dr., promovierte zum Thema Interaktionsdesign und Kinder in Lernumgebungen insbesondere unter Einsatz immersiver Technologien. Sie ist bei der ifib consult GmbH im Bereich der kommunalen Medienentwicklungsplanung und ihrer fachlichen wie methodischen Begleitung tätig. Ihre weiteren Arbeitsschwerpunkte liegen im Spannungsfeld von Technologie, IT-Management und Bildung, in-/formellen Lernen mit und über digitale Medien.

Impressum

© 2015 Bertelsmann Stiftung

Bertelsmann Stiftung
Carl-Bertelsmann-Straße 256
33311 Gütersloh
www.bertelsmann-stiftung.de

Verantwortlich
Christian Ebel

Autoren
Prof. Dr. Andreas Breiter
Björn Eric Stolpmann
Dr. Anja Zeising
Institut für Informationsmanagement Bremen GmbH (ifib)

Gestaltung
Nadine Südbrock
Jürgen Schultheiß

Korrektorat
Reiner Juring, Bielefeld

Bildnachweis
© Veit Mette

Adresse | Kontakt

Bertelsmann Stiftung
Carl-Bertelsmann-Straße 256
33311 Gütersloh

Christian Ebel
Project Manager
Projekt Heterogenität und Bildung
Telefon +49 5241 81-81238
Fax +49 5241 81-681238
christian.ebel@bertelsmann-stiftung.de

www.bertelsmann-stiftung.de

BertelsmannStiftung