

Hans-Liudger Dienel

Das Modellprojekt „Ergänzungsschulfach Digitale Welten“ für die Berliner Sekundarstufe II

1 Einleitung

Seit den 1980er Jahren arbeitet Bernd Meier in der angewandten Forschung an neuen Curricula in der technischen Bildung. Im Zentrum seiner Arbeit steht die Gestaltung neuer, motivierender Lehr-Lern-Materialien für die die Förderung der technischen und betrieblichen Kreativität. Ein beeindruckender, ständiger Strom neuer Lehrmaterialien aus seinem Potsdamer Institut befruchtet die technische Bildung mit einer großen, auch internationalen Verbreitung, insbesondere in Vietnam, China, Russland, der Mongolei, Tadschikistan und Kirgisien. Diese anwendungsorientierte Forschung verbindet Meier mit grundlegenden pädagogischen und philosophischen Fragen zur Bedeutung der technischen Bildung in der Allgemeinbildung und für die Berufs- und Studienorientierung junger Menschen.

Im Zuge der Digitalisierung aller Lebensbereiche, und dem damit verbundenen Wandel des Alltags, der Arbeit und der Freizeitgestaltung, verschieben sich die Randbedingungen für technische Bildung fundamental. Wir leben in auch didaktisch aufregenden Zeiten. Seit dem Durchbruch mobiler Endgeräte und der Breitbandkommunikation vor etwa zehn Jahren sind digitale Medien über Smartphones, Tablets, E-Books unsere ständigen Begleiter und haben das Lernen stärker noch als das Lehren grundlegend verändert. Kinder, Jugendliche und Studierende nutzen das Internet, Tutorials und interaktive Foren selbstverständlich für ihr persönliches Lernen und Vorbereiten, während auf der Angebotsseite der Bildungsbereich noch Aufholbedarf hat. Die relative Bedeutung von (hoch)schulischen Veranstaltungen und Veröffentlichungen für den Wissenserwerb ist sicherlich zurückgegangen.

Mit dem Modellprojekt Ergänzungsschulfach „Digitale Welten“ für die gymnasiale Oberstufe in Berliner Gymnasien und Integrierten Sekundarschulen entwickelt das Fachgebiet ARTE (Arbeitslehre, Technik und Partizipation) im Auftrag der Senatsverwaltung für Bildung eine schulische Ant-

wort auf diese Herausforderung: ein neues Schulfach, welches den digitalen Zugang und vor allem die digitale Gestaltung der realen Welt in den Mittelpunkt stellt, anwendungsorientierte Werkzeuge für Industrie 4.0, Arbeit 4.0 und Freizeit 4.0 vorstellt, die praktische Nutzung übt und kritisch reflektiert. Damit stellen wir uns in die Tradition der Meierschen Kombination von kritischer technologischer Aufklärung und gleichzeitiger Vermittlung von (digitalen) Werkzeugen für die Gestaltung der immer noch dreidimensionalen Welt.

Im Sommersemester 2017 haben zunächst 23 Schulen jeweils zwei Lehrkräfte für einen Weiterbildungskurs in „Digitale Welten“ an die Technische Universität Berlin entsandt. Die Nachfrage bei den Schulen war so groß, dass ein zweiter Kurs für das Jahr 2018 geplant ist. Mit dem neuen Schuljahr 2017/18 startet nun die experimentelle Einführung dieses dreistündigen, einjährigen Ergänzungsschulfaches in den beteiligten Schulen, welches als Grundkurs in das Abitur eingebracht werden kann. Die Bedeutung des Themenfeldes macht es wahrscheinlich, dass das Schulfach sich in der Oberstufe etablieren und auch in der Mittelstufe einen Platz gewinnen wird.

In diesem Beitrag sollen Lerninhalte und -ziele des Ergänzungsschulfaches in Abgrenzung zu benachbarten Schulfächern vorgestellt werden. Es handelt sich aber nicht um einen Orientierungs- und Handlungsrahmen oder gar um ein Basiscurriculum, sondern um einen begleitenden Text für deren Vorbereitung vor dem Hintergrund von vorhandenen Basiscurricula, etwa für die Medienbildung als fachübergreifendes Kompetenzfeld und die Informatik und das Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik als Schulfächer und den vorhandenen Rahmenlehrplänen (vgl. SfBJW 2016c).

2 Informatik – Medienbildung – WAT. Wo findet digitale Bildung statt?

Laut der ICILS-Studie des Jahres 2013 verfügen deutsche Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich nur über durchschnittliche Kenntnisse im Umgang mit digitalen Medien. Nachbarländer wie Polen oder Tschechien sind bereits deutlich weiter.

„Es wird deutlich, dass die weit verbreitete Annahme, Kinder und Jugendliche würden durch das Aufwachsen in einer von neuen Technologien geprägten Welt automatisch zu kompetenten Nutzerinnen und Nutzern, nicht zutrifft.“

fassen Wilfried Bos und seine Kollegen/innen im deutschen Teil der ICILS-Studie zusammen (Bos et al. 2014, S. 16f.) Bemängelt wird in der Studie auch die Ausstattung der Schulen. So teilten sich in Deutschland 2013 im

Schnitt 11,5 Schüler/innen einen Computer; Spitzenreiter Norwegen kam hingegen auf einen Wert von 2,4 Lernenden pro Computer. Allerdings hält Birgit Eickelmann, die Leiterin der ICILS-Studie, eine Verbesserung der Ausstattung ohne lehrkraftseitige Fort- und Weiterbildungen und neue Curricula für „reinste Geldverschwendung“. Eine neu konzipierte, angemessene Aus- und Weiterbildung der Lehrkräfte sei Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Einbindung digitaler Medien in den Unterricht. Eickelmann unterstreicht diese These durch den Hinweis, dass Deutschland zu den wenigen Ländern gehöre, in denen es einen erstaunlichen, negativen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Computernutzung und den IT-Kompetenzen der Lernenden gebe (vgl. Bos et al. 2014, S. 23).

Auch über die Berliner Schulen sind Ausstattungsergänzungsprogramme hinweg gezogen. Mittlerweile haben in einer Reihe von Schulen Smartboards die Tafeln ersetzt. In vielen Modellprojekten wurde die Nutzung digitaler Medien im Bildungsbereich geübt, etwa im Pilotprojekt „Flip your Class“ mit zeit- und ortsunabhängigen Wissensvermittlungen über das Internet, beispielsweise mittels selbst erstellter Lernvideos.¹ Im Unterricht werden gezielt Übungen absolviert, um das angeeignete Wissen zu festigen oder entstandene Probleme zu lösen. Das Projekt Ergänzungsschulfach „Digitale Welten“ möchte jedoch noch einen Schritt weitergehen und strebt eine mehrdimensionale Nutzung digitaler Medien an.

Spätestens durch die kürzlich von Bundesbildungsministerin Johanna Wanka vorgestellten Pläne zur Digitalisierung der Schulen rückt die Thematik auch in eine breite, gesellschaftliche Debatte. Ziel ist es, alle 40.000 Schulen bei der Umsetzung des Digital-Pakts zu unterstützen und bis zum Jahre 2021 allen Lernenden eine digitale Lernumgebung zu sichern. Mit einem Budget von 5 Milliarden Euro will der Bund die Schulen bei der Modernisierung bezuschussen und so moderne Breitbandverbindungen, Netzwerktechnik und Endgeräte wie Computer, Laptops und Tablets ermöglichen.² Nahezu zeitgleich hat auch die Kultusministerkonferenz einen Entwurf des Strategiepapiers „Bildung in der Digitalen Welt“ veröffentlicht und kürzlich verabschiedet (vgl. SdK 2016). Die Strategie besteht aus sechs Kernkompetenzen, welche die Lehrkräfte den Schülern fachübergreifend vermitteln sollen. Die Ausführungen sind jedoch sehr offen formuliert und nennen wenig

1 Die Studie „Flip your Class“ an drei Berliner Schulen bindet digitale Medien aktiv in den Unterricht ein und zieht großes Interesse nach sich; vgl. <http://flipyourclass.christian-spannagel.de/> [05.05.2017].

2 Vgl. <https://www.bmbf.de/de/sprung-nach-vorn-in-der-digitalen-bildung-3430.html> [05.05.2017].

bis keine konkreten Ansätze und Themenbereiche. In jedem Fall vorgesehen sind erhebliche Investitionen in die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften im Bereich der digitalen Medien – ein Ziel, welches das Modellprojekt „Digitale Welten“ bereits aktiv verfolgt.

3 Technologische Aufklärung oder Berufsorientierung?

Ort, Zeitpunkt und Inhalte der digitalen Medienbildung an der Schule sind durchaus umstritten. Geht es mehr um Grundlagen der Informatik oder stärker um Handhabungskompetenzen von wichtigen Programmen, etwa Zeichenprogrammen (vgl. Wetterich et al. 2014) und die digitale Fertigung, Arbeit und Freizeitgestaltung?

Sind die „Digitalen Welten“ Teil der Allgemeinbildung oder der Berufsbildung und Berufsorientierung? In den Begriff der Allgemeinbildung ist die „Zweckfreiheit“ der Bildung im humboldtschen Sinne eingeschrieben. In diesem Sinn dient Bildung gerade nicht einem äußeren Zweck, etwa der Berufsbildung, sondern ist Selbstzweck. Diese Haltung, welche die Neugier, das Interesse und die Aufklärung durch Wissen gegenüber der utilitaristischen Vereinnahmung des Wissens betont, führte zu Beginn des 19. Jahrhunderts erst zu der gewünschten Freiheit des Wissens, und damit zusammenhängend, der Freiheit von Lehre und Forschung. Aus dieser Unabhängigkeit vor allem gegenüber dem Staat entstand eine mächtige Ideologie, die im nationalistischen 19. Jahrhundert im „Land der Dichter und Denker“ auch national gefasst wurde. Deutsch sein, schreibt Richard Wagner 1868, heißt eine Sache um ihrer selbst willen tun, und nicht für ein „um zu“, etwa für das Publikum.³

Natürlich war die universitäre Bildung des 19. Jahrhunderts zugleich Zugang zu den Führungspositionen im Staat und später auch in Wirtschaft und Gesellschaft. „Die Allgemeinbildung sei die Berufsbildung der Herrschenden, die Berufsbildung die Allgemeinbildung der Beherrschten“, so dekuvierte August Bebel im Reichstag die Ideologie der angeblichen Zweckfreiheit von Bildung (vgl. Greinert 1998, S. 15). Dem Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik hat die Anwendungsorientierung und Vorbereitung für die berufliche Bildung im Bemühen um Anerkennung als Schulfach geschadet (vgl. Dederich 1979) – nicht in der produktions- und anwendungsorientierten DDR mit ihrer geringeren Wertschätzung für Freiheit von Forschung und Lehre, aber doch sehr im Westen und nirgendwo mehr als in der Mauerstadt Berlin,

3 Ursprünglich „Was deutsch sei“, nämlich, die Sache, die man treibt, um ihrer selbst und der Freude an ihr willen treiben (vgl. Wagner 1868, S. 82).

mit ihrer hier besonders ostentativen Abgrenzung. Die bis heute spürbare Ausgrenzung des Schulfachs WAT in (West-)Berlin aus Gymnasium und gymnasialer Oberstufe hat hier vermutlich eine tief verankerte Ursache – positiv gesprochen, in einer immer noch berechtigten Furcht vor (staatlicher) Vereinnahmung. Deshalb haben Günter Ropohl und andere auch von der Bedeutung des Schulfaches für die „technologische Aufklärung“ gesprochen und versucht, auf diese Weise das Schulfach satisfaktionsfähig zu machen.

Durch die Digitalisierung haben sich die Rahmenbedingungen für die Allgemeinbildung nun massiv verschoben. Nicht mehr die Informationsbeschaffung selbst, sondern Auswahl und vergleichende Bewertung werden zu zentralen Kompetenzen. Diese Kompetenzen werden in der Schule der Gegenwart und mehr noch der Zukunft erworben – in allen Fächern.

Zugleich sind die digitalen Welten in Industrie 4.0, Arbeit 4.0 und Freizeit 4.0 auch Gegenstand der notwendigen Wissensvermittlung und kritischen Reflexion. Dazu gehören einerseits die selbstständige Wissensbeschaffung und -bewertung in der digitalen Welt, aber auch der Erwerb von Orientierungswissen im Umgang und in der Bewertung von digitalen Technologien. In kaum einem Schulfach lassen sich diese Kompetenzen so gut vermitteln wie in dem Fach „Wirtschaft-Arbeit-Technik“. Es ist daher nicht nur Leitfach für Berufsorientierung und Duales Lernen sondern auch ein Leitfach für das Verständnis und die selbstwirksame Gestaltung von Digitalen Welten.

4 Inhaltliches Konzept

Der Ergänzungskurs vermittelt Kompetenzen zur Digitalisierung in exemplarischen Beispielen zu Industrie 4.0, Arbeit 4.0 und Freizeit 4.0 (siehe Tab. 1).

Die wichtigste Ebene für die Berührung mit Digitalen Welten für Schüler/innen ist die digitale Freizeitgestaltung, die allerdings in Schule und Lernen hineinragt, wenn wir etwa an die massive Verbesserung der englischen Sprachkompetenzen durch global vernetzte Multiplayer-Spiele denken.

Im dreistündigen Ergänzungsschulfach sind ca. 40 Doppel- und 40 Einzelstunden, zusammen also etwa 120 Schulstunden, die in dem vorgeschlagenen Unterrichtsplan ganz grob verteilt sind auf etwa je 30 Stunden für Industrie 4.0, Arbeit 4.0 und Freizeit 4.0 sowie 30 Stunden für eine größere eigene Projektarbeit der Schülerinnen und Schüler. Die an der TU entwickelten Lehreinheiten können und sollen von den einzelnen Schulen stark abgewandelt und neu konfiguriert werden – nach Vorbildung der Schüler/innen und je nach materieller Ausstattung der Schulen. Nicht alle Schulen haben

nämlich die notwendige Ausstattung für digitale Fertigung (Industrie 4.0), also Lego Mindstorm-Roboter, 3D-Drucker, Lasercutter, CNC-Fräsen oder Stick- und Strickmaschinen für die Anwendung von CAD-Programmen. Fehlen die Geräte (in ausreichender Menge), kann der Kurs auch stärker auf die App-Entwicklung am Laptop, von Lern-Tutorials und Augmented Reality-Werkzeugen ausweichen.

Tab. 1: Zentrale Inhalte des Ergänzungskurses „Digitale Welten“

Themenbereich	Thema	Anwendungen und Beispiele
Industrie 4.0	Digitale Fabrikation	3D Drucker, Stick-/Strickmaschinen, Lasercutter, Fräse, Individualisierung der Produktion
	Internet of Things	Minicomputer, Smart Living
	Robotik	Einsatzgebiete, Automatisierung, Open Roberta, Lego Mindstorms
Arbeit 4.0	Big Data	Google Trends, Excel, Open Data, SQL
	VR und AR (Virtual und Augmented Reality)	VR Brille, Google Cardboard, Pokemon Go
	Künstliche Intelligenz	Selbstfahrende Autos, Smart Home
	Kollaborative Ökonomie	Hangout, Kitsi, Trello, Slack, Etherpad, Google Docs
	E-Learning und Lebenslanges Lernen	Moocs, edX, TED, Coursera, iversity
Freizeit 4.0	Coding	App Inventor, Scratch, Webseiten
	Soziale Medien und (Bürger-) Beteiligung	Twitter, Instagram, Snapchat, Pinterest, Google Alert, Fanpage Karma
	Digitale Medien	Gimp, Movie Maker, Screenflow

Eigene Darstellung

An einzelnen Schulen gibt es eine musterhafte Ausstattung. Deutschlandweit bekannt ist etwa die Fischertechnik-Werkstatt von Thorsten Wohlgemuth, einen Lehrer für Arbeitslehre im Erbach/Odenwald, in der er mit Schulklassen die Fertigungsstraßen benachbarter Unternehmen in der Region als Modell nachbaut und diesen Unternehmen als Schülerpräsentation mit großer Wirkung vorführt. Seine Werkstatt wird von *fischertechnik* und anderen Unternehmen nachhaltig unterstützt (vgl. Wohlgemuth 2015, 2016).

5 Digitale Welten im Fachgebiet ARTE der TU Berlin

Das Fachgebiet ArTe (Arbeitslehre, Technik und Partizipation) der TU Berlin, ein Partnerfachgebiet der Lehrereinheit Wirtschaft-Arbeit-Technik von Bernd Meier in Potsdam, ist für die technische Bildung der Studierenden des Lehramts Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik (WAT) zuständig. Ein Schwerpunkt ist dabei die Vermittlung von Lehrkompetenzen in Werkstätten, darunter auch der Elektrowerkstatt, der Werkstatt Digitale Fertigung und der Medienwerkstatt. Neben der Werkstattausbildung stehen die Module „Technik und Innovation“ sowie „Digitale Welten“ und „Design“, in denen theoretische Grundlagen für die Vermittlung praktischer Kompetenzen in den (Projekt-)Werkstätten gelegt werden. Etwa ein Drittel des Studiums ist der eigenständigen Projektarbeit vorgehalten – ein vorbildlicher Wert. Korrespondierend zu den Lehrmodulen werden am Fachgebiet zahlreiche einschlägige Forschungsprojekte durchgeführt, derzeit etwa das Projekt „RETIBNE – Wartung und Reparatur in der Technikdidaktik“ (ein Koppelprojekt unter Leitung von Peter Röben von der Universität Oldenburg), das Projekt „Emo TekFlexi“ zu einer Elektromobilitätswerkstatt auf dem Rütli-Campus und das Projekt „Forschungscampus Mobility2Grid“ über die Verbindung von Energie- und Verkehrswende.

Das Projekt untersucht die langsame Abnahme der technischen Reparaturfähigkeiten und Fertigkeiten und entwickelt didaktische Konzepte für Reparaturaufgaben, um Schüler/innen zu einer Auseinandersetzung mit den Funktionsweisen und der Wartung technischer Geräte zu ermutigen. Ziel ist es, das technische Verständnis und damit auch die Reparaturfähigkeit zu erhöhen. Das Fachgebiet strebt an, Bildungskonzepte zur zielgruppenangemessenen Vermittlung der „Digitalen Welten“ zu entwickeln.

Dabei kann das Fachgebiet auf einen schnellen Zuwachs an oft kostenlosen, webbasierten Schulungsmaterialien zu einzelnen Aspekten der Digitalen Welten bauen. So bringt das Online-Magazin „3D-Grenzenlos“ in der Rubrik „3D-Druck an Schulen“ regelmäßig viele aktuelle Projektbeispiele. Derzeit sind über 70 Projekte in eigenen Beiträgen beschrieben – ein echter Hype.⁴ Das FabLab in Berlin bietet Kurse in digitaler Fertigung für Jedermann und ist bei Schulen sehr beliebt.⁵ Viele Händler bieten inzwischen im Web oft kostenlose Lern-Sets für 3D-Drucker in Schulen an.⁶

4 Vgl. <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/thema/3d-drucker-schule/> [15.04.2017].

5 Vgl. <https://fablab.berlin/de/> [15.04.2017].

6 Vgl. z.B. zur fabstone GmbH: <http://www.3d-druck.schule/3d-druck-lehrmaterial-schulungsunterlagen.html> [15.04.2017].

Partner

Für die Entwicklung des Ergänzungsschulfaches arbeitet ARTE eng mit wirtschaftsseitigen und zivilgesellschaftlichen Partnern zusammen. Dazu gehören:

- *App Camps*: App Camps ist eine Gemeinnützige Unternehmersgesellschaft, welche von Diana und Philipp Knodel 2014 gegründet wurde. App Camps vermittelt Schüler/innen ab Klasse 7 Programmiergrundlagen für die App-Entwicklung. Über eine Online-Lernplattform können Lehrkräfte und andere Interessierte interaktive Programmierkurse im Unterricht oder außerschulisch durchführen. Die Kursunterlagen werden bereits in allen 16 Bundesländern, in Österreich und in der Schweiz eingesetzt. Frau Knodel arbeitet von November 2016 bis November 2017 als Gastprofessorin am Fachgebiet und kann daher ihre Erfahrung und Kompetenz in den Vorbereitungskurs einbringen. Sie stellt eine willkommene Bereicherung für das Modellprojekt „Digitale Welt“ dar.
- *Fab Lab*: Das Fab Lab Berlin ist eine offene Entwicklungswerkstatt, die Zugang zu 3D-Druckern, Lasercuttern, CNC-Fräsen, Mikrocontrollern, CAD-Software, aber auch Handwerkzeug und Holzbearbeitungsmaschinen sowie weiteren Tools bietet. Das Fab Lab Berlin bietet in Kooperation mit der TU Berlin im Rahmen der Lehrkräftebildung Schulungen in einzelnen Themenbereichen an.
- *iMint-Akademie*: Seit dem Semester 2013/14 entwickelt die iMint-Akademie Module für den zeitgemäßen Unterricht im MINT-Bereich in Berlin und stellt Plattformen für den Unterricht zur Verfügung.

Begleitende Forschung, Methoden und Evaluation

Das Modellprojekt „Digitale Welt“ soll in einer zweijährigen Pilotphase erprobt, evaluiert, optimiert und möglichst Berlinweit erfolgreich weitergeführt werden. Die fachlichen und didaktischen Inhalte sollen in Zukunft fachübergreifend in den Lehramtsstudiengängen verankert und vermittelt werden. Für den zügigen Erfolg des Faches, und im Zuge des lebenslangen Lernens, ist es von elementarer Wichtigkeit, möglichst viele Lehrkräfte, welche sich bereits im Dienst befinden, zu erreichen und für eine Fortbildung zu begeistern.

Es ist vorgesehen, die Evaluation im Rahmen von Studienarbeiten und eines Forschungsprojekts am Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre der TU Berlin durchführen zu lassen. Sowohl die Weiterbildung als auch

die Pilotphase werden begleitet, ausgewertet und im Anschluss anonymisiert veröffentlicht.

6 Perspektive und Blick nach vorn

Das Pilotprojekt „Digitale Welt“ ist bereits im Oktober 2016 mit der Konzeption und Formulierung der curricularen Vorgaben gestartet. Den Kern des Ergänzungskurses „Digitale Welt“ bilden die drei Überbegriffe „Digitalisierung der Produktion (Industrie 4.0)“, „Digitalisierung der Arbeitswelt und Bildung (Arbeit 4.0)“ und „Digitalisierung der Freizeitgestaltung (Freizeit 4.0)“, welche flexible Themenbereiche darstellen. Im Nachfolgenden finden sich inhaltliche Einblicke in den Ergänzungskurs, welche sowohl für die Ausbildung der Schülerschaft als auch die der Lehrkräfte angedacht sind. Für die Ausbildung der Lehrkräfte ab April 2017 sind acht Termine mit je vier Zeitstunden geplant, welche eine grundlegende Ausbildung für den Modellversuch „Digitale Welt“ darstellen. Die Ausarbeitung und Bereitstellung von Materialien für den Unterricht sind wichtiger Bestandteil dieses Modellprojekts. Diese werden den Lehrenden rechtzeitig auf einer Onlineplattform im OER-Format zur Verfügung gestellt. Die Konzeption und Ausarbeitung muss also nicht von den Lehrenden geleistet werden. Ein zusätzlicher Arbeitsaufwand durch die Weiterbildung, die darüberhinausgehende Einarbeitung und sicher auch die individuelle Anpassung für den eigenen Unterricht bleiben aber natürlich nicht gänzlich aus. Die ausgebildeten Lehrkräfte werden dann ab September 2017 in zwei Jahrgängen gut vorbereitet die Ausbildung der Schülerschaft übernehmen. Sowohl die Weiterbildung als auch die Pilotphase werden durch universitäre Forschungsprojekte und Studienarbeiten begleitet, ausgewertet und im Anschluss anonymisiert veröffentlicht. Das Modellprojekt endet im Dezember 2020 mit der geplanten Integration in den normalen Schulbetrieb.

Literatur

- Bacca, J.; Baldiris, S.; Fabregat, R.; Graf, S.; Kinshuk (2014): Augmented Reality Trends in Education. A Systematic Review of Research and Applications. In: Educational Technology & Society, Vol. 17/No. 4, pp. 133–149
- Blaschitz, E.; Brandhofer, G.; Nosko, Chr.; Schwed, G. (2012): Zukunft des Lernens. Wie digitale Medien Schule, Aus- und Weiterbildung verändern. Glückstadt
- Bos, W.; Eickelmann, B.; Gerick, J.; Goldhammer, F.; Schaumburg, H.; Schwippert, K.; Senkbeil, M.; Schulz-Zander, R.; Wendt, H. (Hg.) (2014): ICILS 2013. Computer- und infor-

- mationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster
- Clough, G.; Ferguson, R.; Sheehy, K. (2014): *Augmented Education. Bringing Real and Virtual Learning Together*. New York
- Czech, O. (2001): Technische Allgemeinbildung in der Sekundarstufe II. In: Schudy, J. (Hg.): *Arbeitslehre 2001. Bilanzen, Initiativen, Perspektiven*. Baltmannsweiler, S. 221–226
- Dedering, H. (1979): *Lernen für die Arbeitswelt. Praxisnahe Arbeitslehre für die Sekundarstufe 2*. Reinbek
- Fastermann, P. (2014): *3D-Drucken*. Berlin u.a.O.
- Greiner, W.-D. (1998): *Das deutsche System der Berufsausbildung. Tradition, Organisation, Funktion*. Baden-Baden
- Hagl, R. (2015): *Das 3D-Druck-Kompodium (2. Aufl.)*. Wiesbaden
- Hugger, K.-U.; Walber, M. (2010): *Digitale Lernwelten. Konzepte, Beispiele und Perspektiven*. Wiesbaden
- Lipson, H.; Kurmann, M. (2014): *Die neue Welt des 3D-Drucks*. Weinheim
- SdK – Sekretariat der Kultusministerkonferenz (2016): *Bildung in der digitalen Welt*. 2016. – URL: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf [05.05.2017]
- SfBJW – Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft (2016a): *Fachübergreifende Kompetenzentwicklung. Basiscurriculum Medienbildung*. September. – URL: http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_B_2015_11_10_WEB.pdf [05.05.2017]
- SfBJW – Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft (2016b): *Orientierungs- und Handlungsrahmen für die Filmbildung*. September. – URL: <http://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/faecheruebergreifende-themen/filmbildung/> [05.05.2017]
- SfBJW – Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft (2016c): *Rahmenlehrplan Wirtschaft-Arbeit-Technik*. September. – URL: http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_WAT_2015_11_10_WEB.pdf [05.05.2017]
- Stiller, H. (2014): *Einstieg in das 3D-Drucken*. Haar
- Wagner, R. (1868): *Deutsche Kunst und deutsche Politik*. Leipzig
- Wetterich, F.; Burghart, M.; Rave, N. (2014): *Medienbildung an deutschen Schulen. Handlungsempfehlungen für die digitale Gesellschaft*. Berlin (atene KOM GmbH)
- Wittpahl, V. (2017): *Digitalisierung. Bildung, Technik, Innovation*. Berlin u.a.O.
- Wohlgemuth, Th. (2015): *CAD und 3D-Druck im Unterricht. Ein Projekt der Schule am Sportpark in Erbach mit SolidWorks und Koziol*. Erbach
- Wohlgemuth, Th. (2016): *Industrie und technischer Unterricht. Ein Projekt der Schule am Sportpark in Erbach mit Fischertechnik und Pirelli*. Erbach