

Bernd Zinn (Universität Stuttgart)

**Technische Allgemeinbildung – Bedeutungsspektrum,
Bildungsstandards und Forschungsperspektiven**

Herausgeber

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

Bernd Zinn (Universität Stuttgart)

Technische Allgemeinbildung – Bedeutungsspektrum, Bildungsstandards und Forschungsperspektiven

Zusammenfassung

Im Bezugsfeld der wachsenden Bedeutung der allgemeinen technischen Grundbildung sind in den letzten Jahren verstärkt auch im gymnasialen Bildungssektor neue Fächer wie Technik oder Naturwissenschaft und Technik entstanden. In fast allen Bundesländern werden mittlerweile an allgemeinbildenden Gymnasien Fächer mit einem allgemeinen technischen Bildungsangebot unterrichtet. Der vorliegende Beitrag beschreibt, nach einem ersten Überblick zum grundlegenden Bedeutungsspektrum der technischen Allgemeinbildung und einer Analyse nationaler und internationaler bildungspolitischer Dokumente zur Technikbildung, zentrale Forschungsperspektiven für eine technische Grundbildung an allgemeinbildenden Gymnasien.

Schlüsselwörter: Technische Allgemeinbildung, Naturwissenschaft und Technik, Gymnasium, Fachdidaktik Technik, Bildungsstandards

Technological literacy – Relevance spectrum, educational standards and research perspectives

Abstract

In the reference field relating to the increasing importance of a general basic technical education, new subjects - such as technology or science and technology - have also increasingly been introduced in the last few years within the grammar school sector. In the meantime, subjects are taught with a general technical educational programme in virtually all federal states. The following article describes key research perspectives for a basic technical education in grammar schools providing a general education – after an initial review of the fundamental relevance spectrum of the general technical education and an analysis of national and international educational policy documents on technical education.

Keywords: Technological literacy, science and technology, grammar school, professional didactic technology, educational standards

1 Ausgangssituation

Technik ist ein prägender Bestandteil für unsere Gesellschaft und ein bedeutungsvoller Faktor, sowohl im privaten als auch beruflichen Bereich. Technik nimmt einen Einfluss auf ökonomische, ökologische und kulturelle Entscheidungen, sie hat einen Einfluss auf unsere Gesundheit, sie sichert nachhaltige Entwicklungen und initiiert Innovationsprozesse. Technik reagiert auf grundlegende gesellschaftliche Herausforderungen und ermöglicht uns Mobilität, Kommunikation und Innovation. Technik verändert unsere Gewohnheiten, Lebensstile und Arbeitsabläufe, sie ist ein Segen und Bürde zugleich. Technik nimmt unbestritten eine Schlüsselposition für den gesellschaftlichen Wandel ein und bestimmt unser Welt- und Selbstverständnis. Vor dem Hintergrund der multiplen Perspektiven der Technik sollte man meinen, dass auch eine technische Allgemeinbildung zentraler Bestandteil des Bildungskanons der allgemeinbildenden Schulen ist. Eine technische Allgemeinbildung, die eine reflexive Auseinandersetzung mit grundlegenden Themen der Allgemeinen Technikwissenschaft sowie anwendungsorientierter Fragestellungen der Technik ermöglicht. Eine technische Allgemeinbildung, die es Schülerinnen und Schülern gestattet, zum einen ein grundlegendes Wissensfundament zur Technik zu begründen, um gesellschaftliche Entscheidungen, Entwicklungen und den Einsatz von Technik im Hinblick auf die intendierten und nicht-intendierten Folgen und Unwägbarkeiten wissenschaftsbasiert zu bewerten und zum anderen Schülerinnen und Schülern ermöglicht, technische Kompetenzen zu erwerben, um angepasst mit technischen Artefakten in privaten, gesellschaftlichen und beruflichen Situationen umzugehen. Vor dem Hintergrund der Relevanz der Technik könnte man auch annehmen, dass die zentrale Bedeutung von Technik für unsere Gesellschaft desgleichen mit einer Zunahme des Interesses im technischen Bereich einherginge und eine technische Allgemeinbildung in allen Bildungsstufen, und damit auch im gymnasialen Bildungssektor, fest verankert ist. In Deutschland blickt das Fach Technik als eigenständiges Fach an allgemeinbildenden Gymnasien aber erst auf eine relativ junge Geschichte. Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen und technischen Bildung im allgemeinbildenden Schulwesen ist in Deutschland, insbesondere durch die Diskussionen zur formalen und materialen Bildung, traditionell begründet (für einen Überblick siehe hierzu z.B. Lind 1996; Lind 1997; Blankertz 1967). Während es in anderen Ländern, wie England, Niederlande, Australien oder den USA seit mehreren Jahren, manchmal auch seit Jahrzehnten, schon ein eigenständiges Fach Technology oder integratives naturwissenschaftlich technisches Fach wie Science and Technology auf unterschiedlichen Bildungsstufen, sowohl im Grundschulbereich, Sekundarstufenbereich und College-Niveau gibt (vgl. z.B. Labudde 2005; für einen Überblick siehe de Vries 2012), sind in Deutschland im allgemeinbildenden gymnasialen Sektor Fächer mit explizit technischen Bildungsinhalten relativ neu.

In den letzten Jahren ist aber in Deutschland eine zunehmende Dynamik im Bezugsfeld einer allgemeinen technischen Bildung auch an Gymnasien festzustellen. Mittlerweile haben fast alle Bundesländer im allgemeinbildenden gymnasialen Bereich ein Fach eingeführt, welches explizit technische Bildungsinhalte fokussiert (vgl. z.B. für Nordrhein-Westfalen, Autorengruppe Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Technik 2013; für Baden-Württemberg, Autorengruppe Bildungsplan Allgemeinbildendes Gymnasium 2004, Baden-Württemberg, S. 397-402; für Brandenburg, Autorengruppe Rahmenplan Technik Gymnasiale Oberstufe

Sekundarstufe II). Technikunterricht wird am allgemeinbildenden Gymnasium in der Sekundarstufe I und/oder II im Einzelnen in den folgenden Bundesländern (Tabelle 1) unterrichtet.

<i>Bundesland</i>	<i>Fachbezeichnung (Sekundarstufe)</i>
Baden-Württemberg	Naturwissenschaft und Technik (I und II)
Bayern	Natur und Technik (I)
Berlin	Wirtschaft-Arbeit-Technik (I)
Brandenburg	Wirtschaft-Arbeit-Technik (I) Technik (II)
Hamburg	Naturwissenschaften/Technik (I)
Mecklenburg-Vorpommern	Arbeit-Wirtschaft-Technik (I)
Nordrhein-Westfalen	Technik (II)
Saarland	Technik (I und II)
Sachsen	Technik/Computer (I)
Sachsen-Anhalt	Technik (I)
Schleswig-Holstein	Technik (I und II)
Thüringen	Mensch-Natur-Technik (I) Naturwissenschaften und Technik (I)

Tab. 1: Zusammenstellung der Bundesländer in denen Technik am allgemeinbildenden Gymnasium unterrichtet wird (Quelle: Datenbankabfrage bei der KMK, Stand 01.10.2014).

Die technische Allgemeinbildung ist, wie kaum ein anderes Fach im allgemeinbildenden Sektor, von wechselnden bildungspolitischen und inhaltlichen Vorgaben und Bedingungen geprägt, was sich letztlich auch in den unterschiedlichen Benennungsvarianten des Fachs und des nicht durchgängigen Angebots in der Sekundarstufe II zeigt (Tabelle 1). Während im gymnasialen Bildungssektor die naturwissenschaftlichen Fächer bildungs- und wissenschaftstheoretisch legitimiert und traditionell verankert sind (vgl. z.B. Schöler 1970), ihre fachinhaltlichen Bezugspunkte in Bildungsstandards, schulform- und länderspezifischen Curricula fixiert sind, sie auf eine elaborierte domänenspezifische Forschung zurückgreifen können und Studien zur Kompetenzmessung und -modellierung vorliegen (vgl. für einen Überblick siehe z.B. Kauertz et al. 2010) und auch die technische Allgemeinbildung im

Haupt- und Realschulsektor mittlerweile eine Tradition¹ (vgl. z.B. Schmayl & Wilkening 1995) aufweisen kann, steht die Lehre und Forschung zur technischen Allgemeinbildung im gymnasialen Bildungssektor hier weitestgehend noch am Anfang. Der vorliegende Beitrag fokussiert, nach einem ersten Überblick zum Bedeutungsspektrum der technischen Allgemeinbildung und einer Analyse nationaler und internationaler bildungspolitischer Dokumente zur Technikbildung, zentrale Forschungsperspektiven für eine technische Grundbildung an allgemeinbildenden Gymnasien.

2 Bedeutungsspektrum der technischen Allgemeinbildung

Die Zahl der Veröffentlichungen zur Legitimation und Emanzipation einer allgemeinen technischen Bildung ist Legion. An dieser Stelle soll auch auf eine umfassende Darlegung verzichtet werden, da diese schon an anderen Orten ausführlich beschrieben wurde (vgl. z.B. Wagenschein 1965; Roth 1965; Ropohl 1971; Ropohl 1976; Pfenning & Renn 2012). Dennoch scheint es im Hinblick der multiplen Bedeutungsperspektiven und ihrer Implikationen zur theoretischen Einordnung der im vierten Abschnitt als relevant erachteten Forschungsbereiche geboten, das Bedeutungsspektrum einer allgemein technischen Bildung vorab kurz zu umreißen. In grober Einteilung können zur Einordnung der Relevanz einer allgemeinen technischen Bildung folgende Bedeutungsperspektiven aufgeführt werden: (a) bildungstheoretische Bedeutung (vgl. z.B. Wagenschein 1965; Roth 1965; Ropohl 1971; Rehm et al. 2008; Ropohl 2004; Blankertz 1967), (b) wissenschaftstheoretische Bedeutung (vgl. z.B. Ropohl 1976; Spur 1998; Ropohl 2004; Banse et al. 2006; Banse 2007; Pfenning & Renn 2012; Graube 2014), (c) soziologische Bedeutung (vgl. z.B. Postman 1992; Pfenning & Renn 2012; de Vries 2012) und (d) bildungspraktische Bedeutung (vgl. z.B. Geißel et al. 2013; Harms, Eckhardt & Bernholt 2013; Zinn 2015).

ad (a) bildungstheoretische Bedeutung: Der bildungstheoretische Standpunkt einer allgemeinen technischen Bildung gründet im Wesentlichen auf den beiden zentralen Forderungen, dass erstens Lernende in der Schule auf Gesellschaft und Leben vorbereitet werden müssen und zweitens Technik einen konstitutiven Teil unserer Kultur darstellt. Bei diesem Standpunkt wird davon ausgegangen, dass Technik dynamischen Entwicklungen unterworfen ist und als Teil der Lebenswelt der persönlichen Erfahrung im Rahmen der Bildungsstrukturen in vielfältiger und differenzierter Weise zugänglich zu machen ist. Das

¹ Im Haupt- und Realschulsektor werden technische Bildungsinhalte schon ab den 1960/70er-Jahren unterrichtet (vgl. z.B. Schmayl & Wilkening 1995; Schudy 2001; Ropohl 2004). Technische Bildungsinhalte finden sich im Haupt- und Realschulsektor: (1) Traditionell im Unterrichtsfach Arbeitslehre bzw. an ihr orientierten Fächern, wie beispielsweise Beruf-Haushalt-Technik-Wirtschaft oder Arbeit-Wirtschaft-Technik; die Bildungsinhalte umfassen für den technischen Teilbereich u.a. Elemente handwerklicher und informationstechnischer Grundbildung und fokussieren eine Berufsorientierung (Ziehfuss 1998; Interdisziplinäre Arbeitsgruppe BHTW Sekundarstufe I 2006). (2) Im eigenständigen Fach Technik (vgl. z.B. Autorengruppe Fachlehrplan Sekundarschule Technik 2012, Sachsen-Anhalt; Autorengruppe Bildungsplan Realschule 2004, Baden-Württemberg, S. 143-148). (3) In themenorientierten Projektarrangements wie Technisches Arbeiten (TA), bei denen der Fokus insbesondere in der Förderung des Umgangs mit Werkstoffen und technischen Artefakten liegt (vgl. z.B. ebd., S. 175-177). (4) In integrativen (z.T. explizit auch bildungsstufenübergreifenden) Fächern wie Natur und Technik (z.B. in Bayern; vgl. Göhring, Haider & Streubert 2010).

Bildungspotenzial der Technik besteht dabei u.a. in der Aneignung der Technik durch Verstehen und Konstruieren sowie in der Bewertung und Gestaltung von Technik. Bei der Begründung der Standards for Technology Literacy durch die International Technology Education Association (ITEA) wird die Förderung gesellschaftlicher Teilhabe als zentrales Bildungsziel einer Technological Literacy gesehen. "From a personal standpoint, people benefit both at work and at home by being able to choose the best products for their purposes, to operate the products properly, and to troubleshoot them when something goes wrong. And from a societal standpoint, an informed citizenry improves the chances that decisions about the use of technology will be made rationally and responsibly" (ITEA 2007, p. 2). Bildung durch Technik stellt sich in der bildungstheoretischen Perspektive damit als Subkategorie eines übergeordneten Anspruchs, nämlich Bildung durch Kultur, dar. Aus der bildungstheoretischen Perspektive heraus ergibt sich, unter Bezugnahme der allgemeinen Bedeutung der Technik in einer technologisch orientierten Gesellschaft, dass Bildung durch Technik als eigenständige Domäne der modernen, von Technik im Lebensvollzug und in ihrem rationalen Denkgang geprägten Gesellschaft letztlich der aktiven gesellschaftlichen Teilhabe dient (vgl. z.B. Wagenschein 1965; Roth 1965; Ropohl 1971; Rehm et al. 2008; Ropohl 2004; Blankertz 1967; ITEA 2007).

ad (b) wissenschaftstheoretische Bedeutung: Die Begründung einer Allgemeinen Technikwissenschaft (bzw. Allgemeinen Technologie) erfolgte bereits am Anfang des 19. Jahrhunderts durch den Göttinger Staatswissenschaftler Johann Beckmann (Beckmann 1806). Nach Banse et al. (2006, 337) beinhaltet die Allgemeine Technikwissenschaft die „generalistisch-transdisziplinäre Technikforschung und Techniklehre und ist die Wissenschaft von den allgemeinen Funktions- und Strukturprinzipien der technischen Sachsysteme und ihrer soziokulturellen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge“. Die Allgemeine Technikwissenschaft wird damit als eine eigenständige Wissenschaft angesehen (vgl. z.B. Ropohl 1976; Spur 1998; Ropohl 2004; Banse et al. 2006). Die Technikwissenschaft stellt sich dabei interdisziplinär dar, sie korrespondiert eng mit den Naturwissenschaften, den Ingenieurwissenschaften (z.B. Bautechnik, Elektrotechnik) sowie weiteren Domänen, wie beispielsweise Philosophie, Soziologie und Ökonomie. Letztlich zeigt sich die Interdisziplinarität und Verkettung der Technik mit anderen Domänen auch sehr deutlich in den akademischen Ausdifferenzierungen einzelner Wissenschaftsdisziplinen, wie Technikphilosophie, Techniksoziologie oder Technikethik (vgl. z.B. Grunwald 2002; Schanz 2003; Banse et al. 2006). Die Interdisziplinarität der Technikwissenschaft hat dabei zentrale Implikationen auf Forschung und Lehre. Während die Naturwissenschaften traditionell als Erkenntniswissenschaften gelten, wurde die Technikwissenschaft lange nur als angewandte Wissenschaft mathematisch-naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, bzw. als pure Gestaltungs- oder Problemlösungswissenschaft, angesehen. Der Erkenntnisfortschritt in den Naturwissenschaften ist aber zunehmend durch technische Fortschritte (Bsp. Gentechnik in der Mikrobiologie) bedingt. Betrachtet man die von den Natur- und Technikwissenschaften übergreifenden neueren Wissenschaftsbereiche, wie z.B. Biotechnologie, Bioinformatik, Bauphysik, Photonik, Life Sciences und die synthetische Biologie (vgl. z.B. Pühler, Müller-Röber & Weitze 2011), so wird deutlich, dass viele traditionelle Wissenschaftsbereiche bereits zu neuen verschmolzen sind und sich symbiotisch ausdifferenzieren. Technik

erschließt damit ein neues interdisziplinäres Verständnis in der modernen Wissenschaftsgesellschaft und ist nicht nur eine reine Gestaltungs- und Erfahrungswissenschaft, sondern auch selbst Erkenntniswissenschaft (vgl. z.B. Spur 1998; Banse 2007; Graube 2014; zu den Implikationen der Interdisziplinarität auf Lehre und Forschung siehe auch Gehring 2013).

ad (c) soziologische Bedeutung: Aus der soziologischen Perspektive betrachtet, liegt die zentrale Bedeutung der technischen Allgemeinbildung insbesondere im Erwerb eines generellen Technikverständnisses und einer individuellen Technikmündigkeit sowie in einer wissenschaftstheoretischen Technikemanzipation (vgl. z.B. Pfenning & Renn 2012; Pfenning 2013). Neue Technologien, wie Gentechnik oder Internet, zeigen dabei deutlich, dass Technik nicht nur ein konstitutives Element moderner Gesellschaften ist, sondern die Technik selbst auch zu einem bedeutungsvollen Einflussfaktor des gesellschaftlich-sozialen Wandels werden kann und technikinduzierte Wandlungsprozesse determiniert. Neue Technologien können bestehende Organisationen, Strukturen destabilisieren und soziale Veränderungen anstoßen (vgl. z.B. Postman 1992; Rammert 2007; Dolata 2011; de Vries 2012).

ad (d) berufspraktische Bedeutung: Betrachtet man sich den empirischen Forschungsstand zu den Zusammenhängen allgemein schulisch erworbener technischer und naturwissenschaftlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten und berufsfachlicher Kompetenzen, lassen sich drei Forschungsrichtungen differenzieren. Erstens wird im Bezugsfeld der Intelligenzforschung davon ausgegangen, dass neben der allgemeinen Intelligenz, spezifische Fähigkeiten wie beispielsweise technische Fähigkeiten den Ausbildungserfolg erklären (z.B. Ackerman 1996, 2003; Schmidt-Atzert, Deter & Jaeckel 2004). In der Intelligenzforschung werden allgemeine technische Fähigkeiten als Teil der kristallinen Intelligenzfacette betrachtet und für bedeutsam für den berufsfachlichen Kompetenzerwerb angesehen (für einen Überblick hierzu siehe z.B. Abele 2014). Zweitens wird der Ausbildungserfolg bzw. Kenntnisstand bei Einmündung in die Ausbildung, in Abhängigkeit von an technischen Bildungsinhalten orientierten Tests oder der prädiktiven Kraft von Schulnoten, untersucht (z.B. Schuler, Funke & Baron-Boldt 1990; für einen Überblick siehe auch Abele 2014). Drittens werden in Studien zur beruflichen Fachkompetenzentwicklung allgemeine technische und naturwissenschaftliche Kompetenzfacetten als fachspezifisches Vorwissen in die Erklärung der domänenspezifischen Fachkompetenzentwicklung in der Aus- und Weiterbildung einbezogen (vgl. z.B. Nickolaus et al. 2010; Zinn & Wyrwal 2014). Bei den Studien zur Untersuchung der Zusammenhänge von schulisch erworbenen allgemeinen technischen Kompetenzen und der beruflichen Fachkompetenzentwicklung wird deutlich, dass durch die berufsspezifischen Anforderungen in den Berufsfeldern (z.B. Bautechnik, Chemietechnik, Elektrotechnik) und auf Ebene des einzelnen Berufs unterschiedliche Bildungsinhalte der schulischen Grundbildung wirksam werden (vgl. Geißel et al. 2013; Harms, Eckhardt & Bernholt 2013; Zinn 2015). Wenn auch die empirische Evidenz im Übergangsbereich zwischen allgemeiner und beruflicher Bildung noch insgesamt unbefriedigend ist (ebd.), so stützen die vorliegenden Befunde einen positiven Zusammenhang zwischen den schulisch erworbenen technisch- naturwissenschaftlichen Kompetenzen und einer erfolgreichen beruflichen Erstausbildung. Es wird bei allen drei Forschungsrichtungen damit festgestellt und scheint auch theoretisch plausibel, dass

bedeutungsvolle Zusammenhänge zwischen einer technischen Grundbildung² und der berufsfachlichen Kompetenzentwicklung und hier insbesondere zu gewerblich-technischen Berufen bestehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich mit der bildungstheoretischen-, wissenschaftstheoretischen-, soziologischen- und berufspraktischen Perspektive eine Vielzahl von Implikationen für Lehre und Forschung zur technischen Allgemeinbildung ergeben. So stellen sich beispielsweise Fragen an die Einlösung der mit den Perspektiven verbundenen komplexen Zielsetzungen. Wie kann Technikmündigkeit im allgemeinbildenden technischen Unterricht kompetenzorientiert unterrichtet werden? Welche Kompetenzstufen der Technikmündigkeit sind empirisch bei Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Schulform nachweisbar oder welche Konsequenzen ergeben sich durch die ausgeprägte Interdisziplinarität von Technik für die schulische Unterrichtspraxis und die Kompetenzentwicklung. Wird das allgemeine Interesse an Technik und auch die Bereitschaft zur Aufnahme eines technischen Studiums durch ein zusätzliches Fach Technik am Gymnasium positiv gefördert? Obwohl sich das skizzierte Bedeutungsspektrum der technischen Allgemeinbildung holzschnittartig darstellt und wie eingangs festgestellt auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben möchte, es kann sowohl quantitativ (um weitere Perspektiven) als auch qualitativ (um weitere Perspektivfacetten) erweitert werden, ergeben sich mehrere bedeutungsvolle Anknüpfungspunkte für die Forschung (siehe Abschnitt 4) im Bezugfeld. Ob und wie sich die einzelnen Perspektiven mit ihren differenzierten und zugleich komplexen Implikationen in aktuellen bildungspolitischen Dokumenten widerspiegeln, wird im folgenden Abschnitt betrachtet.

3 Bildungsstandards einer allgemein technischen Grundbildung

Hauptziele der Bildungsstandards sind die Sicherung der Ergebnisse von Schule und die Verbesserung der Qualität von Unterricht durch Bildungsmonitoring. In den einzelnen domänenspezifischen Bildungsstandards sind hierzu die fachspezifischen Zielsetzungen in Form von Kompetenzen und Regelstandards formuliert (vgl. z.B. Walpuski et al., 2008). Kompetenzen sind nach der viel zitierten Begriffsbestimmung nach Weinert (2001) „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert 2001, S. 27). Nach Klieme et al. (2003) ist davon auszugehen, dass Kompetenzen domänenspezifisch zu modellieren sind, wobei die Abgrenzung Domäne nicht trennscharf ist und sich auf einzelne Fächer wie z.B. Technik oder auch auf Fächergruppen wie z.B. Naturwissenschaft und

² Die Bedeutung einer allgemein technischen Bildung wird zudem bereits aus dem allgemeinen Bildungsauftrag der Schule abgeleitet. Entsprechend dem gesetzlichen Bildungsauftrag ist die Schule gehalten, die Schüler auf die Anforderungen der (technischen) Berufs- und Arbeitswelt mit Ihren unterschiedlichen Aufgaben und Entwicklungen vorzubereiten (vgl. z.B. § 1 (2) des Schulgesetz für Baden-Württemberg in der Fassung vom 01.08.1983, GBl. S. 397).

Technik beziehen kann. Während für die traditionellen naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Biologie und Chemie seit fast einer Dekade länderübergreifende Vereinbarungen zu den Bildungsstandards (Mittlerer Bildungsabschluss) bestehen und auch bereits empirische Kompetenzmodellierungen vorliegen (vgl. z.B. Kauertz et al., 2010; Ramseier, Labudde & Adamina 2011), existieren für das Fach Technik keine länderübergreifenden Bildungsstandards. Standards für eine technische Allgemeinbildung bzw. für eine technisch naturwissenschaftliche Allgemeinbildung ergeben sich aus den Positionspapieren von Interessenverbänden (z.B. ITEA 2003; AAAS1994; VDI 2007) und länderspezifischen Bildungsplänen (vgl. z.B. für Nordrhein-Westfalen, Autorengruppe Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Technik 2013).

Um die curricularen Implikationen für die Lehre und Forschung zur allgemein technischen Bildung im Weiteren zu konturieren, werden im Folgenden neben einer internationalen Studie zur technischen Allgemeinbildung eine als bedeutsam erachtete Auswahl nationaler und internationaler bildungspolitischer Dokumente (Standards und Curricula) vorgestellt. Im Einzelnen werden betrachtet: (1) die Delphi-Studie von Rossouw, Hacker und de Vries (2011), (2) die Standards for Technology Literacy der International Technology Education Association (ITEA 2007), (3) der integrative Ansatz der American Association for the Advancement of Science (AAAS 1994), (4) die Bildungsstandards des Verbandes der Deutschen Ingenieure für das Fach Technik (VDI 2007) und (5) der Bildungsplan des gymnasialen Fachs Naturwissenschaft und Technik (Autorengruppe Bildungsplan Allgemein bildendes Gymnasium 2004, Baden-Württemberg, S. 397-402).

(1) Delphi-Studie von Rossouw, Hacker und de Vries (2011)

Um insbesondere auch Konzeptualisierungen von Curricula für das Fach Technik im Hinblick auf ihre Kerninhalte zu unterstützen, wurde von Rossouw, Hacker und de Vries (2011) eine Delphi-Studie durchgeführt, in der zentrale als wünschenswert erachtete Zielsetzungen einer technischen Grundbildung analysiert wurden. Der Fokus der international und interdisziplinär angelegten Delphi-Studie lag auf dem Fächercluster ETE³ (engineering and technology education). An der Studie nahmen 32 internationale Experten aus der schulischen und hochschulischen Technikbildung, Technikphilosophie, Technikgeschichte und Technikkommunikation teil. Auf der Grundlage der Befragungsergebnisse und weiterer Iterationsschritte zur konzeptionellen Abstimmung wurden die folgenden fünf Hauptkonzepte (mit Unterkonzepten in Klammern) aufgestellt: (1) Designing (Optimising, Trade-offs, Specifications, Invention, Product lifecycle), (2) Systems (Artefacts, Structure, Function), (3) Modelling (4) Resources (Materials, Energy, Information), (5) Values (Sustainability, Innovation, Risk/failure, Social Interaction and Technology assessment (ebd., S. 422). Darüber hinaus wurden in der Delphi-Studie neun lebensweltliche Kontexte von den befragten Experten für die Entwicklung von Bildungsstandards für eine technische Allgemeinbildung als bedeutsam erachtet: (1) Shelter ('construction'), (2) Artefacts for

³ Die Delphi-Studie sollte sich explizit nicht auf das Fächercluster STEM (science, technology, engineering, and mathematics) beziehen (Rossouw, Hacker & de Vries 2011, 410).

practical purposes, (3) Mobility ('transportation'), (4) Communication, (5) Health ('biomedical technologies'), (6) Food, (7) Water, (8) Energy und (9) Safety (ebd., S. 421).

(2) *Standards for Technological Literacy der International Technology Education Association (ITEA 2007)*

Von der International Technology Education Association (ITEA) wurden erstmalig bereits zum Jahrtausendwechsel Standards für eine allgemein technische Bildung beschrieben (ITEA 2000). Die Standards for Technological Literacy (STL)⁴ beinhalten ein umfassendes Bildungsprogramm von der Vorschule bis zum Ende der Sekundarstufe II (K-12). Die STL orientieren sich am Literacy-Konzept, bilden kein verbindliches Curriculum und werden auch nicht als statisch und unveränderlich betrachtet, vielmehr werden die STL periodischen Neubewertungen unterzogen und sollen den für die Lehrpläne zuständigen Institutionen als Grundlage für die Erstellung von Bildungsstandards dienen (ITEA 2000, 2003, 2007). Das auch den PISA-Tests zugrunde liegende funktional und pragmatisch orientierte Literacy-Konzept definiert Ziele einer Grundbildung allgemein gehalten und fokussiert weniger auf ein formales Verfügungswissen, sondern eher auf ein Orientierungs- und Handlungswissen. Die ITEA definiert Technological Literacy wie folgt: „Technological literacy is the ability to use, manage, assess, and understand technology. A technologically literate person understands, in increasingly sophisticated ways that evolve over time, what technology is, how it is created, and how it shapes society, and in turn is shaped by society. He or she will be able to hear a story about technology on television or read it in the newspaper and evaluate the information in the story intelligently, put that information in context, and form an opinion based on that information, A technologically literate person will be comfortable with and objective about technology, neither scared of it nor infatuated with it (ITEA 2007, 9f.). Im Einzelnen umfassen die STL 20 Standards, die in fünf Clustern zusammengestellt sind: Das erste Cluster „Eigenschaften technischer Produkte und Prozesse“ (Standard 1-3) beinhaltet im Kern das Wesen von Technik, Grundbegriffe der Technik und der Wechselbeziehungen der Technik mit anderen Lebensbereichen. Das zweite Cluster „Wechselbeziehungen zwischen Technik und Gesellschaft“ (Standard 4-7) fokussiert insbesondere die kulturellen, sozialen, ökonomischen, politischen, gesellschaftlichen und historischen Auswirkungen von Technik. Das dritte Cluster „Entwurf und Konstruktion technischer Produkte“ (Standard 8-10) betrachtet technischen Konstruktionen, den Konstruktionsprozess und die Bedeutung von Fehlersuche, von Forschung und Entwicklung, Erfindung und Innovation und von Experimenten bei der Lösung eines Problems. Das vierte Cluster „Notwendige Fähigkeiten für das Leben in einer technischen Welt“ (Standard 11-13) umfasst Konstruieren, die Nutzung und Wartung technischer Produkte und Systeme, sowie die Bewertung und Auswirkung der Technik. Das fünfte Cluster „Technische Welt“ (Standard 14-20) beschreibt Standards für den Erwerb von Kenntnissen, Fähigkeiten in den fachwissenschaftlichen Bereichen Medizintechnik, landwirtschaftliche Technologien, Biotechnologie, Energietechnik,

⁴ Die Standards der ITEA (2000, 2003) liegen auch in deutscher Übersetzung (Höpfken, Osterkamp & Reich 2003, 2004) vor.

Informations- und Kommunikationstechnik, Verkehrstechnik, Produktionstechnik und Bautechnik.

(3) Standards der American Association for the Advancement of Science (AAAS 1994)

Ein integrativer Ansatz für eine naturwissenschaftliche, mathematische und technische Bildung wird im Project 2061 von der American Association for the Advancement of Science begründet (AAAS 1994). Das Project 2061 hat seine Ursprünge in der Science-Technology-Society-Bewegung in den 1960er Jahren (vgl. Walberg 1991). Bei dieser Konzeptualisierung werden über vier Bildungsstufen⁵, vom Kindergarten bis zur zwölften Klassenstufe, Mindeststandards (Benchmarks) für zwölf Gegenstandsbereiche⁶ formuliert. Zwischen den einzelnen Gegenstandsbereichen bestehen vielfältige Verknüpfungen, die die mathematischen, naturwissenschaftlichen und technologischen Perspektiven eng miteinander verbinden ohne, und das ist der explizite Anspruch der AAAS, dass die Eigenheiten der jeweiligen fachlichen Zugänge aufgegeben werden sollen (AAAS 1994). Der speziell an Technik orientierte Bereich "The Nature of Technology" umfasst die Cluster: (1) Technology and Science, (2) Design and Systems und (3) Issues in Technology. Im Folgenden sind für die Cluster die Mindeststandards für die 9.-12. Klassenstufe dargestellt:

(1) Technik und Wissenschaft

- Durch technische Probleme und technischen Fortschritt entsteht oftmals ein Bedarf nach neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen, und neue Technologien versetzen Wissenschaftler in die Lage, ihre Forschung auf neue Art und Weise zu erweitern oder sogar völlig neue Forschungsansätze zu verfolgen. Die bloße Verfügbarkeit neuer Technologien ist oft schon der Auslöser für wissenschaftlichen Fortschritt.
- Die technische Weiterentwicklung setzt mathematische Kenntnisse, Kreativität, logisches Denken und Originalität voraus.
- Technik wirkt sich in der Regel unmittelbarer auf die Gesellschaft aus als Wissenschaft, da Technik praktische Probleme löst und menschliche Bedürfnisse erfüllt (und zugleich neue Probleme und Bedürfnisse schafft).
- Aber auch die Wissenschaft hat Auswirkungen auf die Gesellschaft, denn sie weckt und stillt unsere Neugier und erweitert oder hinterfragt unsere Ansichten von der Beschaffenheit der Welt.
- Techniker nutzen wissenschaftliche und technische Kenntnisse ebenso wie Konstruktionsstrategien zur Lösung praktischer Probleme. Anhand wissenschaftlicher Erkenntnisse lässt sich die Wirkungsweise bestimmter Dinge bereits vor der praktischen Umsetzung abschätzen. Zudem zeigt die Wissenschaft oft neue

⁵ Im Einzelnen sind es die Bildungsstufen: Kindergarten bis 2. Klassenstufe, 3. bis 5. Klassenstufe, 6. bis 8. Klassenstufe, 9. bis 12. Klassenstufe (AAAS 1994).

⁶ Zu den Gegenstandsbereichen zählen insgesamt: The Nature of Science, The Nature of Mathematics, The Nature of Technology, The Physical Setting, The Living Environment, The Human Organism, Human Society, The Designed world, The Mathematical world, Historical Perspectives, Common Themes und Habits of Mind.

Wirkungszusammenhänge auf, die zuvor nicht einmal denkbar waren, und ebnet so neuen Technologien den Weg.

(2) Konstruktion und Systeme

- Bei der Konstruktion eines Geräts (oder Verfahrens) sind bestimmte Aspekte zu berücksichtigen: Wie soll das Gerät produziert, betrieben, gewartet, ersetzt und entsorgt werden und wer soll es verkaufen, betreiben und pflegen? Die mit diesen Aspekten verbundenen Kosten können die Konstruktionsmöglichkeiten zusätzlich einschränken.
- Der Nutzen einer bestimmten Technologie kann je nach Personengruppe und Zeitraum sehr unterschiedlich ausfallen.
- Komplexe Systeme haben vielschichtige Steuerungen. Einige Steuerelemente sind zur Bedienung bestimmter Teile des Systems gedacht, andere dienen wiederum der Kontrolle anderer Steuerelemente. Selbst voll automatisierte Systeme bedürfen in einem gewissen Maße menschlicher Steuerungsmöglichkeiten.
- Durch Risikoanalysen wird die Wahrscheinlichkeit unerwünschter Nebeneffekte einer neuen Technologie minimiert. Die öffentliche Wahrnehmung hängt jedoch mitunter sowohl von psychologischen als auch von wissenschaftlichen Faktoren ab.
- Je mehr Teile und Anschlüsse ein System hat, desto wahrscheinlicher sind Fehlfunktionen. Komplexe Systeme verfügen normalerweise über Komponenten, mit deren Hilfe kleinere Fehler entdeckt, abgesichert, überbrückt oder kompensiert werden können.
- Um die Wahrscheinlichkeit eines Systemausfalls zu mindern, werden oft Leistungstests durchgeführt; dabei kommen kleinmaßstäbliche Modelle, Computersimulationen oder analoge Systeme zum Einsatz. Mitunter werden auch nur die als am unzuverlässigsten geltenden Teile des Systems getestet.

(3) Herausforderungen für die Technik

- Soziale und ökonomische Aspekte haben großen Einfluss darauf, welche Technologien entwickelt und genutzt werden. Welche Technologie sich letztlich durchsetzt, hängt von zahlreichen Faktoren ab, etwa von persönlichen Werten, der Akzeptanz durch den Verbraucher, patentrechtlichen Bestimmungen, der Verfügbarkeit von Risikokapital, der nationalen Haushaltslage, örtlichen und nationalen Vorschriften, der Medienberichterstattung, dem wirtschaftlichen Wettbewerb oder Steueranreizen.
- Einige Wissenschaftler und Techniker arbeiten gerne in Umgebungen, in denen ein gewisses Maß an Vertraulichkeit herrscht, andere bevorzugen offenere Arbeitsumgebungen. Dies ist eher eine Frage der persönlichen ethischen Einstellung als eine Frage des Berufsethos.
- Die Entscheidung, ob eine neue Technologie eingeführt oder eine alte Technologie zurückgebaut werden soll, wirft wichtige Fragen auf, zum Beispiel nach möglichen Alternativen, Nutznießern und Leidtragenden, finanziellen und sozialen Kosten, möglichen Risiken, erforderlichen Ressourcen (Personal, Material, Energie) und Abfallentsorgung.
- Der Mensch hat in vielerlei Hinsicht wesentlichen Einfluss auf andere Lebewesen: Er engt den Lebensraum dieser Lebewesen ein, greift in ihre Nahrungsquellen ein, verändert

die Temperatur und chemische Zusammensetzung ihrer Habitate, führt fremde Arten in ihre Ökosysteme ein und verändert Organismen direkt durch Zuchtauswahl und Genmanipulation.

- Der menschliche Erfindungsgeist hat unser Leben verbessert, aber auch neue Risiken geschaffen.
- Die Fähigkeit des Menschen, den Lauf der Geschichte zu beeinflussen, speist sich aus seiner Fähigkeit, Wissen zu erzeugen, neue Technologien zu entwickeln und Ideen mit anderen auszutauschen.

(4) Bildungsstandards zum Fach Technik des Verein Deutscher Ingenieure (VDI 2007)

Bei den vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI 2007) erarbeiteten Empfehlungen für Bildungsstandards Technik (Mittlerer Bildungsabschluss) wird von fünf Kompetenzbereichen ausgegangen: (1) Technik verstehen (Zielorientierung und Funktionen, Begriffe, Strukturen, Prinzipien der Technik kennen und anwenden), (2) Technik konstruieren und herstellen (Technische Lösungen planen, entwerfen, fertigen, optimieren, prüfen und testen), (3) Technik nutzen (Technische Lösungen auswählen, fach- und sicherheitsgerecht anwenden sowie entsorgen), (4) Technik bewerten (Technik unter historischer, ökologischer, wirtschaftlicher, sozialer sowie humaner Perspektive einschätzen) und (5) Technik kommunizieren (Technikrelevante Informationen sach-, fach- und adressatenbezogen erschließen und austauschen). Die in den Empfehlungen definierten Standards orientieren sich strukturell an den Bildungsstandards der Naturwissenschaften und rekurren explizit auf lebensweltliche Handlungsfelder, wie beispielsweise „Bauen und Wohnen“, „Transport und Verkehr“ oder „Versorgung und Entsorgung“. Die den fünf Kompetenzbereichen hinterlegten Standards umfassen jeweils drei Anforderungsniveaus (ebd., S. 8ff.). Der Technikunterricht soll nach den Vorstellungen des VDI jene Kompetenzen entwickeln, die zur Bewältigung technisch geprägter Lebenssituationen erforderlich sind, um die Voraussetzungen für persönliche Lebensgestaltung und gesellschaftliches Mitwirken zu schaffen. Zudem soll der Technikunterricht zur „Vorbereitung auf die Bewältigung von Anforderungen heutiger Technik im privaten, beruflichen und öffentlichen Leben“ beitragen (ebd., S. 7). Nach den Empfehlungen soll die technische Allgemeinbildung insbesondere eine Sachorientierung in den Bereichen Stoff-, Energie- und Informationsumsatz leisten, eine Einführung in die für Technik typischen Methoden und Handlungsformen in den Bereichen Planen, Konstruieren, Herstellen, Bewerten, Verwenden und Entsorgen geben, Erkenntnisse von Strukturen und Funktionen technischer Sachsysteme und Prozesse sowie die Bedingungen und Folgen von Technik bereitstellen und die Entwicklung von Interessen an Technik sowie die Kreativität durch technische Problemlösungsprozesse fördern (ebd., S. 5).

(5) *Bildungsplan zum Fach Naturwissenschaft und Technik (NwT, Baden-Württemberg)*

Mit dem Fach Naturwissenschaft und Technik (NwT) wird in Baden-Württemberg an den allgemeinbildenden Gymnasien⁷ eine ebenfalls integrative Konzeptualisierung der technischen Bildung im Zusammenhang mit der naturwissenschaftlichen Bildung vorgenommen. Das Fach NwT substituiert dabei nicht die Fächer Physik, Biologie, Chemie und Geografie, sondern wird am Gymnasium additiv unterrichtet. Das NwT-Curriculum für die Mittelstufe fokussiert drei Prinzipien (Ursache und Wirkung, Systemgedanke sowie Energieerhaltung) und differenziert im Einzelnen vier Betrachtungsbereiche (Mensch, Umwelt, Technik sowie Erde und Weltraum). Im Betrachtungsbereich Technik sollen die Schülerinnen und Schüler nach Abschluss der 10. Klassenstufe über folgende Kompetenzen verfügen: Möglichkeiten der Energienutzung analysieren und bewerten, Perspektiven der Energieversorgung der Zukunft nachvollziehen und bewerten, in einem biotechnischen Verfahren ein Produkt herstellen und verfahrenstechnische Parameter erfassen, ein Alltagsprodukt mittels eines chemietechnischen Verfahrens herstellen, die statische Konstruktion eines Bauwerkes erläutern, mechanische Konstruktions- und Funktionsprinzipien anwenden, Analogien zwischen technischen und natürlichen Systemen erkennen und beschreiben sowie Anwendungen der Nanotechnik und Informationstechnik kennen (Autorengruppe Bildungsplan Allgemeinbildendes Gymnasium 2004, Baden-Württemberg, S. 397-402). Im NwT-Curriculum für die Kursstufe soll explizit eine inhaltliche Vertiefung der technischen Grundbildung der Mittelstufe erfolgen (Autorengruppe Entwurf für Bildungsstandards 2011, Bildungsplan NwT Kursstufe Baden-Württemberg, S. 1-4). Im Bildungsplan der Kursstufe werden vier Kompetenzbereiche definiert: (1) Kognitiver Bereich (Kenntnisse erwerben, ordnen, übertragen), (2) Handlungsbereich (Kenntnisse anwenden, Produkte konstruieren, herstellen, nutzen), (3) Kommunikativer Bereich (Informationen aufnehmen, darstellen, weitergeben) und (4) Bewertungsbereich (Produkte und die begleitenden Prozesse fachlich und in ihren Folgen bewerten). Zur schulischen Umsetzung des Curriculums liegt bisher ein geringes systematisch erhobenes Beschreibungswissen vor (Mokhonko, Ștefănică und Nickolaus 2014, S. 10). Im Betrachtungsbereich Technik werden insbesondere die Themen „technische Nutzung regenerativer Energieträger, Brückenbau, Robotik und Medizintechnik unterrichtlich behandelt (ebd.).

Obwohl sich die skizzierten bildungspolitischen Dokumente bezogen auf ihren Entstehungs- und Gültigkeitsbereich sowie ihrem individuellen qualitativen und quantitativen Zuschnitt heterogen darstellen, können dennoch folgende übergreifende Charakteristika festgestellt werden: (a) Die Gegenstandsbereiche bzw. Cluster zur technischen Allgemeinbildung werden auf (aktuelle) lebensweltliche Kontexte und Handlungsfelder bezogen. (b) Der Schwerpunkt der Deskription liegt weniger auf einer Fachsystematik. Fachliche Inhalte sind nur implizit

⁷ Bereits im Schuljahr 2007/2008 wurde in Baden-Württemberg das integrierte Fach Naturwissenschaft und Technik (NwT) als Profulfach des naturwissenschaftlichen Profils des Gymnasiums landesweit für die Klassenstufen 8 bis 10 eingeführt. NwT entspricht damit als Kernfach der dritten Fremdsprache im sprachlichen Profil und wird vierstündig unterrichtet (Autorengruppe Bildungsplan Allgemein bildendes Gymnasium 2004, Baden-Württemberg, S. 397-402). Zudem wird das Fach NwT aktuell im Rahmen eines Schulversuchs an mehreren Schulen auch in den Klassenstufen 11 und 12 zweistündig unterrichtet.

benannt. (c) Es erfolgt eine Orientierung am Literacy-Konzept⁸. Die Ziele einer technischen Grundbildung werden allgemein gehalten und fokussieren weniger ein formales Verfügungswissen, sondern rekurren auf ein Orientierungs- und Handlungswissen. (d) Die in den Dokumenten konturierten Themengebiete beinhalten eine enge Anbindung an ingenieurwissenschaftliche Domänen, wie beispielsweise Bautechnik, Elektrotechnik oder Maschinenbau. (e) In den referierten nationalen Dokumenten ist der strukturelle Aufbau der Kompetenzbereiche (kognitiver Bereich, Handlungsbereich, kommunikativer Bereich und Bewertungsbereich) weitestgehend identisch mit der Strukturierung der Kompetenzbereiche in den naturwissenschaftlichen Fächern⁹. (f) Mehrheitlich wird in den Konzeptualisierungen auf eine handlungsorientierte Umsetzung und auf problemorientierte Zugänge hingewiesen.

5 Forschungsperspektiven

Eine Evidenzbasierung zur allgemein technischen Grundbildung wird an mehreren Stellen und schulformübergreifend gefordert (vgl. z.B. Höpken, Osterkamp & Reich 2003; Buhr & Hartmann 2008; Euler 2008; Mokhonko, Ștefănică & Nickolaus 2014). Vorliegende Beiträge zur technischen Allgemeinbildung sind bisher überwiegend konzeptuell und deskriptiv orientiert und selten empirisch ausgerichtet. Die wenigen vorliegenden Partialstudien (vgl. z.B. Meschenmoser 2009; Meier 2009; Wahner 2009; Urban-Woldron & Hopf 2012; Gerstner 2009; Walker 2013; Stemann & Lang 2014) können aber Ansatzpunkte für eine weitere Evidenzbasierung des Fachs Technik bieten. Beiträge im Kontext der Kompetenzdiagnostik von Lernenden in der technischen Allgemeinbildung beziehen sich ebenfalls weitestgehend auf konzeptuelle Aspekte (vgl. für einen Überblick siehe z.B. Theuerkauf et al. 2009). Insbesondere für den gymnasialen Bildungssektor liegt ein geringes evidenzbasiertes Erklärungs- und Beschreibungswissen zum Fach Technik bzw. Fach NwT vor (vgl. z.B. Mokhonko, Ștefănică & Nickolaus 2014). Zentrale Forschungsperspektiven zur technischen Literalität an allgemeinbildenden Gymnasien bestehen u.E. insbesondere:

- (1) *Zur Weiterentwicklung einer (Stufen)didaktik für das Fach Technik an allgemeinbildenden Gymnasien:* Bei fachdidaktischen Entscheidungen ist man bislang, vor dem Hintergrund des mangelhaften Forschungsstands, weitestgehend auf die Nutzung der Erkenntnisse der Forschung zu naturwissenschaftlichen Fächern und Fächerclustern, die dem Sekundarstufenbereich I (z.B. Arbeit-Wirtschaft-Technik) zugeordnet sind, angewiesen. Die Befunde des Forschungsstands liefern Hinweise, sind aber aufgrund der spezifischen Fachprofilierungen und vor dem Hintergrund differenter Schulformen und Klassenstufen nur begrenzt für eine spezifische fachdidaktische Ausbildung im Lehramt Technik bzw. Lehramt NwT an Gymnasien nutzbar. Bislang liegt ein geringes Erklärungs- und Beschreibungswissen zu den fachspezifischen Lehr-Lernprozesse im Fach Technik an

⁸ Eine Verschiebung von der Fachsystematik hin zu allgemein bildenden Themen wird auch für den naturwissenschaftlichen Fächerkanon konstatiert (vgl. z.B. Euler 2008).

⁹ Die Bildungsstandards für die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik beinhalten untereinander eine gleiche Struktur und umfassen vier Kompetenzbereiche: Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Bewerten und Kommunikation (KMK 2005a; KMK 2005b; KMK 2005c).

Gymnasien vor (vgl. z.B. Walker 2013; Mokhonko, Ștefănică & Nickolaus 2014). Bislang ist völlig offen, was die technische Allgemeinbildung an Gymnasien tatsächlich leistet und wie sie ihrem spezifischen wissenschaftspropädeutischen Anspruch gerecht wird. Vor dem Hintergrund des breiten Bedeutungsspektrums technischer Allgemeinbildung (s.o.) wäre es für die konzeptionelle Weiterentwicklung vorliegender didaktischer Ansätze und Konzepte¹⁰ zum allgemeinbildenden Technikunterricht bedeutungsvoll, empirisch zu klären, inwiefern die theoretischen Ansätze in der schulischen Praxis der gymnasialen Bildung zur wünschenswerten Entwicklung der fachlichen Kompetenzen beitragen und technikwissenschaftliche Kompetenzfacetten, wie beispielsweise Technikmündigkeit oder Technikinteresse, fördern, ohne sich auf rein technisch anwendungsorientierte Kompetenzfacetten zu beschränken.

- (2) *Zur Kompetenzmessung:* Zur Qualitätssicherung können technische Bildungsstandards nur dann wirksam werden, wenn sich, auf der Grundlage der hinter ihnen liegenden Kompetenzen, entsprechende valide Leistungstests entwickeln lassen. Für die Entwicklung von fachspezifischen Leistungstests ist ein begründetes Kompetenzmodell (Rahmenmodell) notwendig, welches u.a., neben relevanten Kompetenzbereichen und spezifischen Kompetenzfacetten, auch Aussagen zur Niveaustufengestaltung und ein nomologisches Netzwerk beinhaltet, welches die Relationen der jeweiligen technischen Kompetenzen zu anderen Konstrukten spezifiziert (vgl. z.B. Köller 2008). Bedeutsam erscheint die Aufstellung von nomologischen Netzwerken, insbesondere für die Fächercluster, in denen technischen Bildungsinhalte in integrativen Konzeptualisierungen (z.B. Fach Naturwissenschaft und Technik NwT) vermittelt werden. Es ist zu klären, ob die normativ aufgestellten Bildungsstandards überhaupt domänenspezifisch sind und empirisch repliziert werden können. Für die Erstellung eines Rahmenmodells und für die Testerstellung sollte, neben der Analyse der individuellen länderspezifischen Bildungsstandards, eine umfassende Analyse der schulspezifischen Curricula und Themen der schulischen Praxis förderlich sein, um zentrale curriculare Kernbereiche zu identifizieren.
- (3) *Zur Kompetenzstruktur und -entwicklung:* Im Bezugsfeld stellt sich zudem die Frage, ob sich die schulisch erworbenen allgemeinen technischen Kompetenzen empirisch getrennt in einzelnen Dimensionen darstellen oder sich in einem gemeinsamen Faktor abbilden. Sind beispielsweise die Kompetenzstrukturen eines singulären Technikunterrichts auch für integrative Unterrichtskonzepte zur Technik (z.B. Fach Naturwissenschaft und Technik) replizierbar? Bei einer integrativen Konzeptualisierung der allgemein technischen Bildung besteht die Gefahr, dass zentrale Perspektiven, Besonderheiten und typische Arbeitsweisen der Technik nicht angemessen berücksichtigt werden und Technik dabei weitgehend auf den Aspekt der angewandten Naturwissenschaft begrenzt wird (vgl. z.B. Euler 2008). Es stellen sich damit die Fragen: Welche empirischen Zusammenhänge bestehen zwischen den naturwissenschaftlichen und technischen Kompetenzen und wie

¹⁰ Im Allgemeinen werden drei theoretische Ansätze zum Technikunterricht differenziert: Der arbeitsorientierte Ansatz und der mehrperspektivische Ansatz wurden primär für Haupt-, Real- und Gesamtschule und der allgemeintechnologische Ansatz wurde für die gymnasiale Oberstufe entwickelt (Schmayl 2003, 131f.).

stellen sich tatsächlich die Zuwächse in der Kompetenzentwicklung, unter Berücksichtigung der curricularen Vorgaben und schulpraktischen Umsetzung (z.B. singular vs. integrativ), dar?

- (4) *Zur Vorhersage des Studieninteresses und Studienerfolgs bzw. Ausbildungsinteresses und Ausbildungserfolgs:* Vor dem Hintergrund, dass in der schulischen Praxis dem Interesse an Naturwissenschaft und Technik traditionell eine Sonderrolle zukommt (vgl. z.B. Lehrke 1988; Hoffmann, Häußler & Lehrke 1998; für einen Überblick siehe z.B. Zinn 2008, 4-52), sollte ein zentraler Forschungsschwerpunkt im Kontext des gymnasialen Fachs Technik bzw. des Fachs NwT die Untersuchung des Interesses von Schülerinnen und Schülern bilden. Zudem wäre für den Übergang Schule Beruf bzw. Schule Studium zu klären, welche Bedeutung die schulisch erworbenen allgemeinen technischen Kompetenzen für die Studien- und Berufswahl sowie den Erwerb beruflicher Kompetenzen in der Betrachtung zu anderen kognitiven, motivationalen und volitionalen Maßen sowie Indikatoren des familiären Hintergrunds einnehmen.
- (5) *Zur Weiterentwicklung der Lehrerbildung:* In gängigen Modellen zu Lehrerkompetenzen (vgl. z.B. Shulman 1987; Krauss et al. 2004) werden das Professionswissen (Fachwissen, fachdidaktische Wissen, pädagogisches Wissen, Organisationswissen, Beratungswissen), Überzeugungen/ Werthaltungen, motivationale Orientierungen und selbstregulative Fähigkeiten als bedeutsam ausgewiesen. Vor dem Hintergrund des breiten Spektrums der Bezugsdisziplinen zum Fach Technik bzw. des Fach NwT (u.a. Biologie, Chemie, Physik, Bau-, Elektro-, Metalltechnik, Informatik, Soziologie) und des gymnasialen Anspruchs auf Wissenschaftspropädeutik, stellt sich die Frage nach dem fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Kompetenzprofil der Lehrkräfte. Vor dem Hintergrund der zentralen Bedeutung des Fachwissens der Lehrkräfte für den Bildungsprozess (vgl. z.B. Hattie 2013; Baumert & Kunter 2013) und die begrenzten Zeitkontingente im Lehramtsstudium, um dieses in der Breite zu erwerben besteht möglicherweise das strukturelle Problem, dass in den relevanten Bezugsdisziplinen nur ein elementares Fachwissen und grundlegende fachliche Fähigkeiten im Rahmen des Studiums entwickelt werden können (Nickolaus & Zinn 2013). Im Kontext dieser Thematik ist zu elaborieren, welches zentrale fachwissenschaftliche und fachdidaktische Kompetenzprofil die Techniklehrkräfte in der gymnasialen Bildung nach der ersten und zweiten Lehrerbildungsphase aufweisen müssen, um den fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Anforderungen im Kontext der Zielsetzungen des Fachs Technik und dem wissenschaftspropädeutischen Anspruch in einer wünschenswerten Form gerecht zu werden.

Abschließend betrachtet, stellt sich die evidenzbasierte Forschung zur allgemein technischen Bildung vor dem Hintergrund des komplexen Bedeutungsspektrums, der Bandbreite der verflochtenen Bezugsdisziplinen, der umfassenden und vielschichtigen Bildungsstandards sowie unter Berücksichtigung der heterogenen Zuschnitte der Fächer in der schulischen Praxis als herausfordernd dar. Trotz des Bündels an Herausforderungen könnte aber eine Evidenzbasierung der technischen Allgemeinbildung an Gymnasien die strukturelle Weiterentwicklung des Fachs auch in diesem Bildungssegment fördern. Nicht zuletzt auch wegen dem immer noch häufig unterbewerteten Bildungspotenzial von Technik könnten

empirisch belastbare Aussagen zu den Bildungsergebnissen und der tatsächlichen Bedeutung technischer Allgemeinbildung an Gymnasien förderlich für die Genese im Bezugsfeld erscheinen.

6 Literaturverzeichnis

AAAS [American Association for the Advancement of Science] (Ed.) (1994). *Benchmarks for Science Literacy*. Oxford: University Press.

Abele, S. (2014). *Modellierung, Entwicklung und Determinanten berufsfachlicher Kompetenz in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen. Analysen auf Basis von testbasierten, berufsschulischen und betrieblichen Leistungsdaten sowie Prüfungsergebnissen*. Stuttgart: Steiner.

Ackerman, P. L. (1996): A theory of adult intellectual development: Process, personality, interests, and knowledge. *Intelligence*, 22, S. 227–257.

Autorengruppe Bildungsplan 2004 Allgemein bildendes Gymnasium (2004). Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.). (S. 397-402). Online: http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Gymnasium/Gymnasium_Bildungsplan_Gesamt.pdf (22.08.2014).

Autorengruppe Entwurf für Bildungsstandards (2011). *Entwurf für Bildungsstandards Naturwissenschaft und Technik (NwT) Kursstufe 2-stündig*. Landesinstitut für Schulentwicklung (S. 1-4). Online: http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Bildungsstandards/Gym/Gym_NwT_kurs_2st_bs.pdf (27.08.2014).

Autorengruppe Bildungsplan 2004 Realschule (2004). Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.). (S. 143-148). Online: http://www.bildung-staerkt-menschen.de/service/downloads/Bildungsplaene/Realschule/Realschule_Bildungsplan_Gesamt.pdf (22.08.2014)

Autorengruppe Fachlehrplan Sekundarschule Technik (2012). Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt (Hrsg.). Online: http://www.bildung-lsa.de/pool/RRL_Lehrplaene/Endfassungen/lp_sks_tech.pdf (22.08.2014).

Autorengruppe Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Technik Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Technik (2013). Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Online: http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/tc/GOST_Technik_Endfassung.pdf (22.08.2014).

Autorengruppe Rahmenplan Technik Gymnasiale Oberstufe Sekundarstufe II (1994). Herausgegeben vom Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg. Potsdam: Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam.

Banse, G. (2007). *Technikwissenschaften – Wissenschaften vom Machen*. In: Parthey, H. & Spur, G. (Hrsg.): *Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion*. Frankfurt am Main u.a.: Lang, S. 131-150.

- Banse, G., Grunwald, A., König, W. & Ropohl, G. (Hrsg.) (2006): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: Ed. Sigma.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2013). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 4, S. 469-520.
- Beckmann, J. (1806). Entwurf der allgemeinen [sic!] Technologie. In: Beckmann, J.: Vorrath kleiner Anmerkungen über mancherley gelehrte Gegenstände. Stück 3. Göttingen: Röwer, S. 463-533.
- Bienia, D. (2005). Der mehrperspektivische Ansatz der technischen Bildung Probleme und Perspektiven im Hinblick auf die Neuausrichtung der Schule. Zeitschrift für Technik im Unterricht, TU 115, S. 5-14.
- Blankertz, H. (1967). Zum Begriff des Berufs in unserer Zeit. In: Blankertz, H. (Hrsg.): Arbeitslehre in der Hauptschule. Essen. S. 9-27.
- Buhr, R. & Hartmann, E. A. (Hrsg.) (2008). Technische Bildung für Alle. Ein vernachlässigtes Schlüsselement der Innovationspolitik. Institut für Innovation und Technik. Berlin: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin.
- De Vries, M. (2012). Teaching for scientific and technological literacy - an international comparison. In: U. Pfenning & O. Renn (Hrsg.), Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und -Berufe im europäischen Vergleich. Baden-Baden: Nomos. S. 93-110.
- Dolata, U. (2011). Wandel durch Technik. Eine Theorie soziotechnischer Transformation. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- Duismann, G.H. & Meschenmoser, H. (2009). Technisches Verständnis als arbeitsrelevante Basiskompetenz. Empirische Befunde zur Kompetenzdiagnostik technischer Grundbildung. In Qualität Technischer Bildung. Kompetenzmodelle und Kompetenzdiagnostik. Schriften zur Arbeit-Beruf-Bildung, Bd.3, S.104-125.
- Euler, M. (2008). Situation und Maßnahmen zur Förderung der technischen Bildung in der Schule. In: Buhr, R. & Hartmann, E. A. (Hrsg.): Technische Bildung für Alle. Institut für Innovation und Technik. Berlin: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. S. 67-104.
- Geißel, B., Nickolaus, R., Ștefănică, F., Härtig, H. & Neumann, K. (2013). Die Relevanz mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die fachliche Kompetenzentwicklung in gewerblich-technischen Berufen. In: Nickolaus, R., Retelsdorf, J., Winther, E. & Köller, O. (Hrsg.): Mathematisch-naturwissenschaftliche Kompetenzen in der beruflichen Erstausbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. (ZBW) Beiheft 26, S. 39-65.
- Gehring, P. (2013): Technik in der Interdisziplinaritätsfalle – Anmerkungen aus Sicht der Philosophie. Journal of Technical Education (JOTED), 1(1), S. 132-146.
- Gerstner, S. (2006). Eine empirische Studie zum Einsatz von schülerzentrierten Unterrichtsmethoden im Natur- und Technik-Unterricht zum Thema „Wasser – Grundlage des Lebens“. Dissertation Universität Bayreuth.

- Göhring, A., Haider, M. & Streubert, M. (2010). Naturwissenschaft und Technik (NWT) – ein neues integriertes Didaktikfach in der Lehrerbildung. Frühjahrstagung der Didaktik der Physik in Hannover 2010.
- Graube, G. (2014). Wissenschaft und Technik. Zur Reflektion von Technoscience und Interdisziplinarität in der Allgemeinbildung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 2 (1), S. 129-148.
- Grunwald, A. (2002). Technikethik. In: Düwell, M., Hübentahl, C. & Werner, M., H. (Hrsg.): *Handbuch Ethik*. (S. 277-281). Stuttgart: Metzler.
- Harms, U., Eckhardt, M. & Bernholt, S. (2013): Relevanz schulischer Kompetenzen für den Übergang in die Erstausbildung und für die Entwicklung beruflicher Kompetenzen: Biologie- und Chemielaboranten. In: Nickolaus, R., Retelsdorf, J., Winther, E. & Köller, O. (Hrsg.): *Mathematisch-naturwissenschaftliche Kompetenzen in der beruflichen Erstausbildung*. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), S. 111-134. Beiheft 26. Stuttgart: Steiner.
- Hartmann, E. (2007). Bildungsstandards für das Fach Technik. Empfehlungen des Vereins Deutscher Ingenieure. *Unterricht: Arbeit + Technik*. Heft 35. S. 45-48.
- Hattie, J. (2013). Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von *Visible Learning* von Beywl, W. & Zierer, K., Hohengehren: Schneider.
- Heymann, H. W., van Lück, W., Meyer, M., Schulze, Th. & Tenorth, H.-E. (1990). Allgemeinbildung als Aufgabe der öffentlichen Schule. In: Heymann, H.W. & van Lück, W. (Hrsg.): *Allgemeinbildung und öffentliche Schule: Klärungsversuche* (S. 9-20). Bielefeld: IDM.
- Heymann, H. W. (1996). *Allgemeinbildung und Mathematik*. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*, Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Höpken, G., Osterkamp, S. & Reich, G. (Hrsg.) (2003). *Standards für eine allgemeine technische Bildung – Band 1: Inhalte technischer Bildung*. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Höpken, G., Osterkamp, S. & Reich, G. (Hrsg.) (2004). *Standards für eine allgemeine technische Bildung – Band 2: Wie man die Qualität technischer Bildung verbessert*. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Interdisziplinäre Arbeitsgruppe BHTW (2006). Kerncurriculum Lernbereich Beruf-Haushalt-Technik-Wirtschaft/Arbeitslehre. *Journal of Social Science Education* 5(3).
- ITEA (International Technology Education Association) (Ed.) (2000). *Standards for Technological Literacy – Content for the Study of Technology*. First Edition. International Technology Education Association, Reston VA.

ITEA (International Technology Education Association) (Ed.) (2003). *Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards*. International Technology Education Association, Reston VA

ITEA (International Technology Education Association) (Ed.) (2007). *Standards for Technological Literacy – Content for the Study of Technology*. Third Edition. International Technology Education Association, Reston VA.

Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E. & Walpuski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den naturwissenschaftlichen Fächern der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, S. 135-153.

Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2009). *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. 2. Auflage. Berlin: Springer.

Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (2003). *Expertise Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.).

KMK [Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland] (Hrsg.) (2005a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.

KMK [Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland] (Hrsg.) (2005b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.

KMK [Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland] (Hrsg.) (2005c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.

Köller, O. (2008). Bildungsstandards – Verfahren und Kriterien bei der Entwicklung von Messinstrumenten. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 163-173.

Krauss, S., Kunter, M., Brunner, M. et al. (2004): COACTIV: Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz. In: J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.): *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerforderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 31-53). Münster: Waxmann.

Labudde, P., Heitzmann, A., Heiniger, P. & Widmer, I. (2005). Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: ein Modell. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)*. Jg. 11, S. 103-115.

Lehrke, M. (1988). *Interesse und Desinteresse am naturwissenschaftlich-technischen Unterricht*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).

Lind, G. (1996). Physikunterricht unter formaler Bildung. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)*, 2(1). S. 53-68.

- Lind, G. (1997). Physikunterricht unter materialer Bildung. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)*, 3(1). S. 3-20.
- Meier, B. (2009). Entwicklung und Erprobung von Aufgaben zur technischen Bildung in Qualität Technischer Bildung. In: Theuerkauf, W.E., Meschenmoser, H., Meier, B. & Zöllner, H. (Hrsg.): *Qualität Technischer Bildung Kompetenzmodelle und Kompetenzdiagnostik*. Berlin: Machmit-Verlag, S. 93-103.
- Meschenmoser, H. (2009). Nationale und internationale Kompetenzbereichs- und Kompetenzstufenmodelle zur technischen Allgemeinbildung. In: Theuerkauf, W.E., Meschenmoser, H., Meier, B. & Zöllner, H. (Hrsg.): *Qualität Technischer Bildung Kompetenzmodelle und Kompetenzdiagnostik*. Berlin: Machmit-Verlag, S. 11-37.
- Mokhonko, S., Ștefănică, F. & Nickolaus, R. (2014). NwT-Unterricht: Herausforderungen bei der Einführung eines neuen Faches im Spiegel einer aktuellen Bestandsaufnahme. *Journal of Technical Education (JOTED)* 2(1), S. 102-128.
- Nickolaus, R., Retelsdorf, J., Winther, E. & Köller, O. (Hrsg.) (2013). *Mathematisch-naturwissenschaftliche Kompetenzen in der beruflichen Erstausbildung*. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. (ZBW) Beiheft 26*.
- Nickolaus, R. & Zinn, B. (2013). Positionspapier der Arbeitsgruppe NwT zur Präzisierung und Einlösung der angestrebten Lehrerkompetenzen und Optimierung des Curriculums im Rahmen des Projektes „Ausbildungsqualität durch Kooperation in der Lehramtsausbildung“ (AQUA-KOLA). Universität Stuttgart. (unveröffentlicht)
- OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*. Paris.
- Pfenning, U. & Renn, O. (2012): Internationale MINT-Bildung aus soziologischer Sicht. In: Pfenning, U. & Renn, O. (Hrsg.): *Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und -Berufe im europäischen Vergleich*. Baden-Baden: Nomos. S. 75-92.
- Pfenning, U. & Renn, O. (Hrsg.) (2012). *Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und -Berufe im europäischen Vergleich*. Baden-Baden: Nomos.
- Pfenning, U. (2013). Technikbildung und Technikdidaktik - ein soziologischer Über-, Ein- und Ausblick. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 1(1), S.111-131.
- Postman, N. (1992). *Das Technopol: Die Macht der Technologien und die Entmündigung der Gesellschaft*. 4. Aufl. Übersetzung von Kaiser, R., Frankfurt a.M.: Fischer.
- Pühler, A., Müller-Röber, B. & Weitze, M.D. (Hrsg.)(2011). *Synthetische Biologie – Die Geburt einer neuen Wissenschaft*. Berlin/München: Springer.
- Rammert, W. (2007).: *Technik – Handeln – Wissen. Zu einer pragmatischen Technik- und Sozialtheorie*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Ramseier, E., Labudde, P. & Adamina, M (2011). Validierung des Kompetenzmodells HarmoS Naturwissenschaften: Fazite und Defizite. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN), Jg. 17.
- Rehm, M., Bündler, W., Haas, T., Buck, P., Labudde, P., Brovelli, D., Østergaard, E., Rittersbacher, C., Wilhelm, M., Genseberger, R. & Svoboda, G. (2008). Legitimationen und Fundamente eines integrierten Unterrichtsfachs Science. Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN). Jg. 14, S. 99-124.
- Ropohl, G. (1971). Thesen zur technologischen Aufklärung. Dortmunder Hefte für Arbeitslehre und Sachunterricht 2(1), S. 19-22.
- Ropohl, G. (1976). Technik als Bildungsaufgabe allgemein bildender Schulen. In: Traebert, W. & Spiegel, R. (Hrsg.): Technik als Schulfach. Band 1, Düsseldorf. S. 7-25.
- Ropohl, G. (2004). Arbeitslehre und Techniklehre. Philosophische Beiträge zur technologischen Bildung. Berlin: Edition Sigma.
- Rossouw, A., Hacker, M. & de Vries, M. J. (2011). Concepts and Contexts in Engineering and Technology Education: An International and Interdisciplinary Delphi Study. International Journal of Technical and Design Education Vol. 21, 409-424.
- Roth, H. (1965). Technik als Bildungsaufgabe der Schulen. Hannover: Schroedel Verlag.
- Schanz, H. (2003). Ethische Aspekte der Technikdidaktik. In: Bonz, B. & Ott, B. (Hrsg.): Allgemeine Technikdidaktik – Theorieansätze und Praxisbezüge. Hohengehren/Baltmannsweiler: Schneider Verlag, S. 178-195.
- Schecker, H. & Pachmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN) Jg. 12.
- Schmayl, W. (2003). Ansätze allgemeinbildenden Technikunterrichts. In: Bonz, B. & Ott, B. (Hrsg.): Allgemeine Technikdidaktik – Theorieansätze und Praxisbezüge. Hohengehren/Baltmannsweiler: Schneider Verlag, S. 131-147.
- Schmayl W. & Wilkening, F. (1995). Technikunterricht. (2. überarbeitete und erweiterte Auflage). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schmidt-Atzert, L., Deter, B. & Jaeckel, S. (2004). Prädiktion von Ausbildungserfolg: Allgemeine Intelligenz (g) oder spezifische kognitive Fähigkeiten? Zeitschrift für Personalpsychologie, 3, S. 147-158.
- Schöler, W. (1970). Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Berlin: de Gruyter.
- Schudy, J. (Hrsg.) (2001). Arbeitslehre 2001. Bilanzen - Initiativen - Perspektiven, Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Schuler, H., Funke, U. & Baron-Boldt, J. (1990). Predictive validity of school grades – A meta-analysis, Applied Psychology: An international review, 39, S. 89-103.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review 57(1), S. 1-21.

- Spur, G. (1998). *Technologie und Management. Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaften.* München u.a.: Hanser.
- Stemmann, J. & Lang, M. (2014). Theoretische Konzeption einer allgemeinen technischen Problemlösefähigkeit und Möglichkeiten ihrer Diagnose. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 2(1), S. 80-101.
- Theuerkauf, W.E. (2009). Voraussetzungen zur Erfassung von Kompetenzen und Standards der technischen Bildung in der allgemeinbildenden Schule. In: Theuerkauf, W.E., Meschenmoser, H., Meier, B. & Zöllner, H. (Hrsg.): *Qualität Technischer Bildung Kompetenzmodelle und Kompetenzdiagnostik.* Berlin: Machmit-Verlag, S. 78-92.
- Theuerkauf, W.E., Meschenmoser, H., Meier, B. & Zöllner, H. (Hrsg.)(2009). *Qualität Technischer Bildung Kompetenzmodelle und Kompetenzdiagnostik.* Berlin: Machmit-Verlag.
- Urban-Woldron, H. & Hopf, M. (2012). Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in der Elektrizitätslehre. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 18, S. 201-227.
- VDI - Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.) (2007). *Bildungsstandards Technik für den Mittleren Schulabschluss*, VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf.
- Wagenschein, M. (1965). Technik und Physikunterricht. Physik-Verstehen als Beistand für die Kinder der technischen Welt. In: Roth, H. (Hrsg.): *Technik als Bildungsaufgabe der Schule* (S. 305-320). Hannover: Schroedel-Verlag.
- Wahner, H.-J. K. (2009). Technische Kompetenzen in der eignungsorientierten Berufsorientierung. In: Theuerkauf, W.E., Meschenmoser, H., Meier, B. & Zöllner, H. (Hrsg.): *Qualität Technischer Bildung Kompetenzmodelle und Kompetenzdiagnostik.* Berlin: Machmit-Verlag, S. 172-183.
- Walberg, H. J. (1991). Improving School Science in advanced and developing countries. *Review of Educational Research* 61(1), S. 25-69
- Walker, F. (2013). Das technische Experiment – Ein Vergleich von Schüler-, Demonstrationsexperiment und dem lesenden Bearbeiten eines Experiments. *Journal of Technical Education (JOTED)* 1(1), S. 75-97.
- Walpuski, M., Kampa, N., Kauertz, A. & Wellnitz, N. (2008). Evaluation der Bildungsstandards in den Naturwissenschaften. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 61, (6) 323–326.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): *Leistungsmessungen in Schulen.* (S. 17–31). Weinheim und Basel: Beltz.
- Ziefuss, H. (1998). *Arbeitslehre - eine Bildungsidee im Wandel: Band 4: Lehrerbildung in der Arbeitslehre.* Seelze: Friedrich-Verlag.
- Zinn, B. (2008). Physik lernen, um Physik zu lehren – Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht. In: Niedderer, H., Fischler, H. & Sumfleth, E. (Hrsg.): *Studien zum Physik- und Chemielernen.* Band 85. Berlin: Logos.

Zinn, B. (2009). Förderung des Interesses von Erzieherinnen und Erziehern an Naturwissenschaft und Technik im beruflichen Unterricht. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 105(4), S. 604-621.

Zinn, B. (2013). Überzeugungen zu Wissen und Wissenserwerb von Auszubildenden – Empirische Untersuchungen zu den epistemologischen Überzeugungen von Lernenden. Münster: Waxmann.

Zinn, B. (2015). Naturwissenschaftliche und technische Grundbildung im Kontext beruflicher Bildung. In: Graube, G. & Mammes, I. (Hrsg.): Gesellschaft im Wandel – Interdisziplinäres Denken im natur- und technikwissenschaftlichen Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (im Druck)

Zinn, B. & Wyrwal, M. (2014). Ein empirisches Erklärungsmodell zum fachspezifischen Wissen von Schülern bei Einmündung in die bautechnische Fachschule. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW). (im Druck)

Autor

Prof. Dr. Bernd Zinn

Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft, Lehrstuhl für Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

zinn@ife.uni-stuttgart.de

<http://www.uni-stuttgart.de/bpt/personen/Zinn.html>

Zitieren dieses Beitrages. Zinn, B. (2014): Technische Allgemeinbildung – Bedeutungsspektrum, Bildungsstandards und Forschungsperspektiven. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 2 (Heft 2), S. 24-47.