

Uwe Pfenning (DLR Stuttgart)

Zur Soziotechnik (in) der Technikdidaktik

Herausgeber

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

Daniel Pittich

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

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

Uwe Pfenning (DLR Stuttgart)

Die Soziotechnik (in) der Technikdidaktik

Zusammenfassung

Schon Goethes Faustus plagte nach all seinen akademischen Bemühen die Frage zur Effizienz seines Wissens. Heute könnte ihm die moderne Technikdidaktik dabei helfen, seine Fachdidaktik zu überwinden und sich einer inter- und transdisziplinären Vermittlung von Technik und ihrer Technologien zu zuwenden. Zunehmend emanzipiert sich „die“ Technikdidaktik von ihrer fachlichen methodischen Begrenztheit hin zur eigenen Wissenschaftsdisziplin - mit Assoziationen zur Wissenschaftskommunikation und Technikfolgenabschätzung. Ihre theoretische Entsprechung findet dieser Ansatz in der Soziotechnik. Ihr praktisches Pendant ist ein Sozio-MINT. Aber auch ihre eigenen technischen Medien helfen der Technikdidaktik sich zu einer Sozio-MINT-Didaktik zu entwickeln.

Schlüsselwörter: Soziotechnik, Sozio-MINT, Technikdidaktik, Technikmündigkeit, Technikemanzipation

Sociotechnics and technological didactic

Abstract

In a famous contribution to classical German literature Goethe's sophisticated Faustus ask about the efficiency of all his knowledge. Maybe modern technological didactics could help him to overwhelmed his intrinsic doubts about science, according innovative technological didactics and literacy. In Germany there is an emancipation in science for technology, already establish in Anglo-American culture a long time before. The attribution of technics as science and being a social construct is coming out and arising. Therefore technological didactics will facing new challenges to change from traditional specifically technological issues to more general socio-technological topics and issues. A new concept, called Socio-MINT, is presented for working out this inter-and transdisciplinary associations and relation-ships.

Keywords: Sociotechnics, Socio-STEM, technological literacy, technological didactics

1 Soziotechnik?

Der Begriff der Soziotechnik hat seine Ursprünge in der Technikphilosophie (Ropohl 2009, Trist & Bamforth 1951, Sydow 1985) und soziologischen Systemtheorie in der Tradition von Niklas Luhmann. Die philosophische Perspektive zur Soziotechnik fokussiert auf die generelle Thematik der Mensch-Maschine-Relation. Wie beeinflussen und interagieren Menschen und ihre Artefakte miteinander? Welche Wechselbeziehungen entstehen daraus? Eine ontologische Frage wäre, inwieweit der Technik von Anbeginn ihres Auftretens in der Menschheitsgeschichte diese Interaktion immanent war und ob Zivilisation ein Ergebnis dieser Wechselbeziehung ist (Elias 1939).

Die systemtheoretische soziologische Perspektive zielt auf die system(at)ische Organisation von Technologien hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Funktionalitäten sowie auf die Institutionalisierung individueller Rollen innerhalb dieser Systeme. Institutionalisierung bedeutet in der Regel die Dominanz einer spezifischen Nutzung einer Technologie aus der Vielzahl ihrer möglichen Nutzungen. Sie steht im engen Zusammenhang mit einem sozial geteilten Sinn einer Technologie durch die Mehrheit ihrer Nutzer/innen. Die damit aufgeworfene Frage der Interaktionen technischer und sozialer Systeme hat Günter Ropohl (2009, 1979) aufgegriffen und dafür den Begriff soziotechnischer Systeme geprägt.

Unter einem soziotechnischen System versteht man eine organisierte Menge von Menschen innerhalb eines sozialen Systems, die Technologien zielorientiert für ein definiertes Ergebnis nutzen und hierbei reflektieren, wie die Interaktionen von Menschen und ihren Technologien auf dieses Ziel und die Struktur rückwirken können.¹ Antezedensbedingung ist hierbei, dass jeder Maschine bzw. technischen Artefakt bereits ein Akt anthropogener Zweckbestimmung immanent ist (Ontogenese). Diese kann aber im sozialen oder auch soziohistorischen Kontext durch Interaktionen der Akteure im System oder externe Einflüsse verändert oder von anderen Akteuren umgedeutet werden.² In dieser Sichtweise ist Soziotechnik ein sozialer Prozess mit systemischen Interaktionen. Zudem ist ihr Ansatz durch die Verbindung sozialer und technischer Systeme und der Betrachtung der Interaktionen zwischen den Akteuren in beiden Systemen sehr komplex, und damit abstrakt. Er ließe sich als Teil der Wissenschaftstheorie und wissenschaftlichen Selbstbestimmung auffassen. Abstraktheit ist der natürliche Feind der Didaktik, lässt diese sich doch nur schwerlich konkret vermitteln.

Daneben aber gibt es eine Realität des Verhältnisses von Technik und Gesellschaft. Es ist die Kultur in Form von Literatur und Medien. Von den frühen Werken und Figuren der Weltliteratur wie Goethes Faustus und Mephisto, den Visionen eines Jules Verne, den Befürchtungen einer Mary Shelley im Frankenstein-Mythos als moderner Prometheus, Dürrenmatts Physiker, Frischs Homo Faber³, Alvin Tofflers „Third Wave“, Aldous Huxley Brave New World und weiter zu George Orwells „1984“ bis hin zu modernen Filmepos wie

¹ [Http://www.enzyklo.de/Begriff/Soziotechnisches%20System](http://www.enzyklo.de/Begriff/Soziotechnisches%20System).

² Dies gilt z.B. für das Internet, Wissensquelle, Spielkonsole und Analysetool, nutzbaren Computer wie auch für Smart-Phones, die als ehemals mobiles Telefongerät heute durch Fortschritte in der Mikroelektronik als Computer nutzbar sind über die heute als Freizeiterlebnisparks genutzten ehemaligen Zechen im Ruhrgebiet bis hin zur Urananreicherung in Zentrifugen für Atomkraftwerke oder Atombomben.

³ Vgl. zum technikphilosophischen Hintergrund dieser Figur Karafyllis 2009.

Stanley Kubricks Odyssee im Weltraum und ganz aktuell der Matrix-Trilogie, zieht sich ein roter Faden der medialen Technikvermittlung durch die Gesellschaft in ihren Bildungsinstitutionen und Unterhaltungsmedien. Wobei die Technik in Form audio-visueller Formate selbst Trägermedium dieser Botschaften über sich selbst ist. Diese Literatur ist Legion. Und bei manchem Leser mag diese höchst unvollständige Auflistung von technikbezogener Literatur Erinnerungen wecken. Sie ist mental präsent und imagebildend.

Was bedeutet dies für die Technikdidaktik? In der soziologischen Analyse ist zu konstatieren, dass Elemente der Soziotechnik als Teil der Wissensvermittlung zu Technikwissenschaften in der Technikdidaktik kaum vorzufinden sind. Die gegenwärtige Technikdidaktik ist vor allem Fachdidaktik (vgl. Bienhaus & Wiesmüller (DGTB) 2015, Pfenning 2015). Hingegen ist die oben aufgelistete literarisch-mediale Vermittlung der Technik Teil der klassischen, höheren Allgemeinbildung, in Teilen auch der Alltagskultur. In scheinbar technikfernen Fächern wird fast beständig ein Technikimage vermittelt.

Damit wird auch die wichtige Unterscheidung zwischen Technik und Technologien angesprochen. Technik repräsentiert ein soziales Konstrukt: eine Idee, wofür eine Gesellschaft eine bestimmte Technik benötigt oder welche Forschung für die Zukunft Bedeutung haben könnte. Sie ist gesellschaftsorientiert. Eine oder mehrere Technologien leisten die konkrete Umsetzung dieser Idee und ihres Sinns. Interessant wird diese zunächst eher akademisch anmutende Unterscheidung, wenn die Systeme Berufswelt und Forschung einbezogen werden. So unterscheidet das anglophile semantische Pendant zum deutschen MINT-Begriff STEM zwischen „Technology“ und „Engineering“. In Deutschland herrscht hingegen die Annahme vor, das Ingenieurwesen wäre die Wissenschaft von der Technik. Der Begriff der Ingenieurwissenschaften ist insofern ein kleines Oxymoron, verbindet er doch Wissenschaft und Arbeitssystem als untrennbares Systempaar. Tatsächlich leisten aber Technikphilosophen, Technikdidaktiker und wohl auch Techniksoziologen diese Arbeit der gesellschaftlichen Begründung der Technikwissenschaften, ohne den Beitrag der Ingenieurberufe zu deren Umsetzung und Ausgestaltung schmälern zu wollen.

Damit bekennt sich der Autor zum erweiterten Verständnis der Technikdidaktik, die wie die Soziologie selbst ja auch durchaus ihre eigenen Definitionsgefechte auszutragen hat. Das Verständnis der Technikdidaktik auf eine reine Fachdidaktik hat seine Tradition und Legitimation in einem Schulsystem, das in seiner Soziohistorie die Trennung von allgemeiner Bildung und beruflicher Bildung vollzog und einen Fächerkanon mit starken naturwissenschaftlichen Fokus etablierte (vgl. näher und zusammenfassend Karafyllis 2004).

1.1 Fünf gute Gründe für eine Soziotechnik der Technikdidaktik

Diese Einführung ist ein Plädoyer für eine neue – soziologische – Sicht auf die maßgeblichen Inhalte der Technikdidaktik, nämlich die Überwindung des Verständnisses als reine Fachdidaktik hin zu einer übergreifenden, inter- und transdisziplinären Perspektive im Rahmen eines allgemeinen Bildungsauftrages. Die Interdisziplinarität manifestiert sich derzeit hauptsächlich im aktuellen MINT-Begriff: Vier Fachdidaktiken oder eine neue fachüber-

greifende Didaktik? Die Transdisziplinarität meint das Aufzeigen und Vermitteln der sozialwissenschaftlichen Bezüge der Technik wie z.B. Chancen & Risiken⁴, Zivilisation versus Dekadenz⁵, Fortschritt oder Rückschritt⁶, Innovation gegen Stagnation⁷, Prosperität und soziale Gerechtigkeit⁸, Automatismen und Autonomie⁹, gesellschaftsorientierte Forschung (BUND 2012, Pfenning, Franke & Eissing 2016)¹⁰, unintendierte Effekte technischer (Abfall-) Produkte auf globale Systeme¹¹ sowie zur Vision künstlicher Intelligenz.¹²

- (a) **Technikinterpenetration:** Die Technikinterpenetration von Alltag, Freizeit und Beruf. Technologien durchdringen wie nie zuvor unser Leben in allen Bereichen. Im Alltag sind es vor allem die Haushaltstechnologien, Mobilität und Internet und private Kommunikationsmedien. Im Beruf sind es Computer als Arbeitsmedien, (globale) Netzwerke, Maschinen, Apparaturen, Sensoren, Automatisierung und Robotik. In der Freizeit sind es die Unterhaltungselektronik, der Computer und Technik als Spielmedium¹³ sowie Sporttechnik. Dies erfordert eine allgemeine Nutzungskompetenz von Computern, Internet und Office-Anwendungen, die als Gesellschaftstechnologien zu sehen sind. Erforderlich ist ein individuelles basales Verständnis der Zusammenhänge von Technik und Gesellschaft und Technikkompetenz. Didaktisch geht es um eine Reduktion von Komplexität (Niklas Luhmann).
- (b) **Technik als Allgemeinbildung:** Damit verbunden ist die Positionierung von Technik in der Allgemeinbildung, die sich als maßgebliche Forderung im Zuge der anhaltenden und seit langen (1992)¹⁴ geführten Fachkräftemangeldebatte ergab (FEANI 2001, OECD 2008, 2009). Ziele sind, Schüler/innen Interesse und individuelle Bezüge von Technik und MINT zu vermitteln und Talente kontinuierlich wie institutionell zu fördern, Pfenning & Renn 2012). Hier geht es soziologisch um eine möglichst früh beginnende Technik- und/oder MINT-Sozialisation, in deren Verlauf sozialer Sinn eine Determinante individueller Motivation für MINT-Berufe sein kann.
- (c) **Wissensfortschritt und neue Bildungsideale und Kulturtechniken im Anthropozän**
- Darüber hinaus erscheint es an der Zeit die tradierten Bildungsziele zu hinterfragen bezüglich unseres Wissensfortschritts. Hierbei erscheinen zwei Erkenntnisse bedeutsam: Erstens die Erkenntnis, dass - oftmals – unintendierte Folgen von Gesellschafts- und

⁴ Aktuell leistet dies die Technikfolgenabschätzung und hat damit auch eine Schnittstelle zur Technikdidaktik.

⁵ Z. B. bei der Diskussion zur Robotik zum Ersatz menschlicher Arbeitskraft als zweite Stufe der Automatisierung

⁶ Z. B. die Machtfrage bei Einführung neuer Technologien, wonach sich erwiesenermaßen nicht immer die besten Technologien durchsetzen (BTX vs. VHS-Videosystem, Apple's frühe 64er Bitprozessoren u.a.)

⁷ Vgl. die neue Etikettierung von Staaten als Hochtechnologiestandorte und Lizenz-Patenteinnahmen

⁸ Vgl. die Debatte zu Bildung und Wissen als entscheidende Determinante individuellen Wohlstands

⁹ Vgl. die aktuelle Diskussion zum autonomen Autofahren in der nahen Zukunft sowie Datenschutz im Internet

¹⁰ Vgl. die Diskussion zum Rollenverständnis der Technikwissenschaftler in F&E sowie Unternehmen und Staat

¹¹ Vgl. die anhaltende Diskussion zum Klimawandel, Plastikmüll in Meeren, zuvor Ozonloch Suva,

¹² Was einer Attacke der Artefakte auf eine der letzten Domäne menschlicher Grundeigenschaften gleichkäme.

¹³ Hierzu zählen die klassische, heutzutage digitalisierte Modellbahn und Autorennbahn ebenso wie die neuerdings aufkommenden Spieldrohnen, Computerspiele und Spielkonsolen

¹⁴ Vgl. zum Fachkräftemangel und dessen Historie Zwick & Renn 1998, Pfenning, Renn & Mack 2000.

Systemtechnologien globale Ökosysteme massiv ins Ungleichgewicht bringen können und zu essentiellen Gefahr für die Menschheit werden. Dies kennzeichnet das Anthropozän. Zweitens gesellt sich zu den tradierten Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen das Beherrschen basaler Computersoftware und technischer Medien zur Vernetzung mit der Welt und der Hilfe bei den tradierten Kulturtechnologien.

- (d) **Duale Technikdidaktika:** Die Etablierung von Technikbildung in der Allgemeinbildung (vgl. Hartmann et al 2006) hat eine weitere Facette. Da deren schulische Etablierung nur ansatzweise Erfolg zeigte (Pfenning & Renn 2015), etablierte sich eine außerschulische Lernlandschaft. Diese umfasst Schülerforschungszentren und Schülerlabore, Science Center¹⁵, Technikmuseen sowie viele weitere außerschulischen Initiativen (vgl. Lernort Labor 2015, DIHK 2014). Dies bedeutet, Technikbildung ist populärwissenschaftlich in der Gesellschaft präsent. Das Ausmaß der Annahme dieser Angebote ist empirisch noch nicht valide erschlossen (Arnold, Hiller & Weiss 2010), Anzahl, professionelle Ausstattung und schulische Kooperationen lassen auf eine hohe Resonanz schließen, sind doch auch potente Stiftungen hier aktiv.¹⁶ Dies bedeutet, es existieren bereits zwei spezifische Technikdidaktiken, eine für die außerschulischen und eine für die schulischen Lernorte. Generell ist zu beobachten, dass Experimente, Praxisbezug, Berufspraktika, Forschungsbezüge und Projektarbeiten zu den Schwerpunkten der Angebote dieser außerschulischen Lernorte zählen. Soziologisch ließe sich dies als Ausdifferenzierung der Technikdidaktik interpretieren.
- (e) **Gesellschaftstechnologien:** Eine Gesellschaftstechnik ist eine Systemtechnik, die durch politischen und zivilen Konsens eine Monopolstellung zur Gewährleistung einer essentiellen Funktionalität für die Gesellschaft erhält. Sie dienen oftmals der Daseinsvorsorge, so zum Beispiel der Energieversorgung. Die entsprechende Gesellschaftstechnologie ist seit 2011 der unter dem Begriff Energiewende firmierende Ausbau erneuerbarer Technologien. Ebenso aber auch gesellschaftlich erforderliche Nutzungskompetenzen von Individuen für weitverbreitete Technologien, so zum Beispiel dem Internet als Kommunikationsnetzwerk. Gesellschaftstechnologien sensibilisieren die Technikdidaktik für neue Ziele Wissensvermittlung, Aufklärung, Diskurse und Bürgerbeteiligung. Zur Zielgruppe zählen deshalb auch erwachsene Bürger/innen. Soziologisch ist diese Entwicklung assoziiert mit dem Konzept der Wissensgesellschaft. Zentrales didaktisches Konzept ist eine Technikmündigkeit für diese Gesellschaftstechnologien, um zu einer eigenen Urteilsfähigkeit über deren Nutzung oder Akzeptabilität¹⁷ zu

¹⁵ Vgl. zu den Inhalten Formaten und Standorten www.eccsite.eu.

¹⁶ Zuvörderst gilt dies für die Stiftung Haus der kleinen Forscher (Pahnke & Rösner 2012) mit einem inzwischen fast flächendeckenden Netzwerk von über 20.000 zertifizierten Kindergärten, aber auch die Robert-Bosch-Stiftung ist seit Jahren in diesem Sektor aktiv und etablierte mit dem NatWorking Förderprogramm ein Erfolgsmodell.

¹⁷ Nutzung wird soziologisch als höchste Form individueller Akzeptanz interpretiert. Akzeptabilität ist definiert als die individuelle Toleranz oder ideelle Akzeptanz einer Innovation aufgrund eines gesellschaftlichen Konsens oder Konvention diese Innovation implementieren zu wollen. Dazu ist eine diskursive und deliberative Bürgerbeteiligung unabdingbar, weil sie diesen gesellschaftlichen Konsens generiert und jedem Individuum die Chance zur Mitwirkung einräumt. Akzeptabilität ist eine moderne Form von Legitimation in pluralistischen Gesellschaften mit alternativen Entscheidungspfaden.

gelangen.

Insgesamt steht die moderne Technikdidaktik damit vor gänzlich neuen Herausforderungen. ad1) Es kommen neue Zielgruppen hinzu: Kinder und Grundschüler bezüglich frühkindlicher Vermittlungsformate, ebenso aber wegen der Gesellschaftstechnologien auch Erwachsene hinsichtlich effizienter didaktischer Formate der Aufklärung und Information über neue Gesellschaftstechnologien (DeVries 2012). Die Technikdidaktik rückt insofern der neuen Disziplin der Wissenschaftskommunikation näher. ad2) Zur Vermittlung der Fachinhalte kommen soziotechnische Inhalte hoher Abstraktheit hinzu, die sich auf basale Kompetenzen allgemeiner Bezüge von Technik zu MINT und MINT zu Gesellschaft und ihren Teilsystemen beziehen. ad3) der MINT-Ansatz inkludiert eine interdisziplinäre, fachübergreifende Didaktik wie auch eine transdisziplinäre Komponente, wiederum zur Vermittlung ihrer Soziotechnik, mithin ein Sozio-MINT. ad4) Technische Medien werden in der Bildung für alle Disziplinen und Fächer immer bedeutsamer, vor allem durch hochmoderne digitalisierte Formate audio-visueller-virtueller Medien. Die Technikdidaktik wird dadurch reflexiver in der Interaktion ihrer Medien und Inhalte. Zum Beispiel lassen sich durch Simulationen Effekte des Baus von Windanlagen auf das Landschaftsbild darstellen, was Einfluss auf die Akzeptanz nehmen kann. Digitale Lehrmedien veranschaulichen die Nutzung digitaler inhaltlicher Medien, z.B. geben Schachdatenbanken neben den konkreten Zügen auch Auskunft über die Erfolgchancen ausgewählter Varianten und beeinflussen damit die individuelle Eröffnungswahl.

Soweit – stark verkürzt und vereinfacht – die Theorie zur Soziotechnik. Die Umsetzung eines Sozio-MINT wäre das praktische, empirische Pendant dazu. Denn in einem Sozio-MINT kumulieren sich fast alle Aspekte der Soziotechnik.

2 Sozio-MINT?

Von den beschriebenen aktuellen Herausforderungen der Technikdidaktik gibt es gute Gründe der Entwicklung einer Didaktik für ein „Sozio-MINT“ Priorität einzuräumen. Pragmatisch repräsentiert sie in Erwägung der außerschulischen MINT-Lernorte und gleichzeitigen schulischen Inklusion die größte aktuelle Dimension der Technikdidaktik. Praktisch umfasst sie die genannten erweiterten Zielgruppen und Formate der Technikdidaktik für eine frühkindliche Vermittlung und in der Erwachsenenbildung bezüglich der neuen Gesellschaftstechnologien. Theoretisch bezieht sie Inter- und Transdisziplinarität ein und beherbergt eine hohe Komplexität und Abstraktheit, die es didaktisch zu reduzieren gilt. Es geht um nichts Geringeres als um die Reduktion hoher fachlicher Komplexität auf populärwissenschaftliche Vermittlungsformate. Die Bezugnahme auf deren Metalogik und Meta-Elemente kann hierbei hilfreich sein. So muss man&frau zum Verständnis der Energiewende nicht die Details und sublimen Feinheiten jeder einzelnen Technologie erneuerbarer Energien erfassen, sondern „nur“ deren Grundsätzen wie Kreisläufe von Ressourcen, Unterscheidung von Energieträgern und Energiequellen, den technischen Basisproblemen fluktuierender Stromerzeugungen und Netzstabilität, Power-to-X zur Nutzung überzähliger Strommengen und von Speicher-

technologien für Mangelsituationen bei Bedarf und Angebot.¹⁸ Diese grundsätzlichen Sinnbezüge werden als Metalogik einer Technologie bezeichnet.

2.1 Definition und inhaltliche Zielbestimmungen von Sozio-MINT

Als Metalogik der Technikdidaktik lässt sich die Zielsetzung benennen, vor den eigentlichen Fachinhalten Technik als Wissenschaft, als soziales System von Forschung, Gestaltung und Nutzung durch verschiedene Akteure und ihre gesellschaftliche Funktionalität darzustellen. Dies kennzeichnet Sozio-MINT. Damit dient Sozio-MINT der Umsetzung der sozio-technischen Bezüge in die Bildungspraxis via Technikdidaktik. Der Fokus verschiebt sich von der fachlichen Vermittlung hin zur systemischen Betrachtung von Technik, Technologien und Gesellschaft. Diese sind:

- Vermittlung und Aufzeigen von positiven wie negativen Beispielen wie die Anwendung technischer Entwicklungen Gesellschaft und Natur verändern kann, wobei ganz zentral auf der positiven Seite der zivilisatorische Fortschritt und auf der negativen Seite die Einflüsse auf globale Ökosysteme stehen. Hier wäre der Klimawandel ein „dankbares“ didaktisches Thema und Vermittlungsobjekt.
- Vermittlung eines basalen Technikverständnisses und der Inklusion der Technikwissenschaften in das interdisziplinäre MINT-Konzept. Da die Wissenschaft der Gesellschaft kein eindeutiges Verständnis von Technik bieten kann wären zumindest die relevanten Definitionen darzustellen. Deshalb ist auch die Soziohistorie des Technikverständnisses relevant.¹⁹ Das Technikverständnis des Autors sieht Technik als Wissenschaft zur Umgestaltung von Natur und deren Ressourcen für die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse. Dies als relevante Information für die Leser dieses Beitrages.
- Aufzeigen der individuellen Interpenetration von Alltags²⁰-, Freizeit- und Berufstechnologien durch adäquate Beispiele sowie die Vermittlung der Notwendigkeit, sich für diese eine technische Nutzungskompetenz anzueignen.
- Aufzeigen der individuell-systemischen Integration von Gesellschaftstechnologien²¹ und der Notwendigkeit, für deren Beurteilung über eine Technikmündigkeit zu verfügen, um über deren Legitimation, Nutzung, ideelle Akzeptanz oder Akzeptabilität zu entscheiden.

¹⁸ Vgl. dazu Projekte wie 3malE der RWE-Stiftung (<http://www.3male.de>)

¹⁹ So ließe sich ein frühes Technikverständnis des 19.-Jahrhunderts dokumentieren, dass auf Infrastruktur und baulichen Entwicklungen (Eisenbahnbau, Flugtechnik, Maschinen u.a.) fokussierte. Diese beruflichen Kontexte entfernte die Technik zugleich von ihrer frühen Integration in die beginnende Allgemeinbildung. Das moderne Technikverständnis sieht Technik als emanzipierte Wissenschaft zum Erkennen, Erklären und Verstehen der Welt und zu deren (Um-)Gestaltung durch Nutzung natürlicher Ressourcen. Also erkenntnistheoretisch gleichrangig zu den Naturwissenschaften.

²⁰ Einen interessanten Beitrag zum Kochtopf als Maschine liefert Döge 2007. Alltagstechnologien tangieren auch die interessante Ausblendung diverser, vor allem feminin dominierter, Technologien aus dem offiziellen Begriffsspektrum des Technikverständnisses, vgl. auch Karafyllis „Putzen als Passion“ 2015.

²¹ Die individuell-systemische Integration von Gesellschaftstechniken wäre ein Thema für sich. Als Beispiel sei auf die Dezentralisierung der Energieversorgung verwiesen.

- Aufzeigen der sozialen Funktionalität der Interdisziplinarität der sechs Einzeldisziplinen von MINT²². Die fortschreitende fachliche Ausdifferenzierung der Forschung und Produktion macht gerade das Zusammenwirken vieler Fachdisziplinen nötig und ist bereits Realität. Im Bildungssystem wirkt ein tradiertes Wissenschaftsverständnis fort bzw. wird dort gepflegt und durch die Lehrerausbildung auch zementiert.
- Eine weitere soziale Funktionalität ist die Berücksichtigung der Interessen der Nutzer/innen bei der technischen Entwicklung. Hier spielen moderne technische Verfahren des individuellen Marketings eine Rolle. Auch die Unterschiede von Gesellschafts-, System-, Produkt- und Individualtechnologien können zählen dazu.
- Aufzeigen, dass dieses moderne Technikverständnis seine Legitimation als Teil der Allgemeinbildung hat, da Technik als Wissenschaft zum Erkennen, Erklären, Verstehen und Gestalten dient. Ein zentrales Konstrukt ist deshalb die Technikemanzipation (Pfenning 2014). Technikemanzipation bezeichnet die Tatsache, dass naturwissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt zunehmend - und inzwischen fast ausschließlich - Hand in Hand geht mit einem technischen Fortschritt²³.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass es sich hier um eine Ausdifferenzierung der Technikdidaktik bezüglich der Dimensionen Technikverständnis, Verwissenschaftlichung, individuelle Betroffenheitslagen und systemische Funktionalitäten handelt.

2.2 Sozio-MINT konkret: Plädoyer für eine neue MINT-Didaktik

Dieses erweiterte Verständnis von Technikdidaktik hin zu einer MINT-Didaktik erfordert folgende zentrale Module: Technik als Wissenschaft darstellen (Technikemanzipation), die Funktionalität der Technik im Kontext von MINT darstellen, das moderne Technikverständnis transportieren (Umgestaltung und Nutzung von Natur für menschliche Bedürfnisse, Interpenetration von Alltag, Freizeit- und Beruf) und dabei auch die Folgen technischer für die Natur zu thematisieren (Einfluss auf globale Ökosysteme, Beispiel Klimaschutz), zentrale gesellschaftsorientierte Nutzungen von Technologien darstellen (Daseinsvorsorge, Energiewende) und die hierfür notwendige Technikmündigkeit vermitteln.

Hinzu kommt die Ausdifferenzierung der MINT-Didaktik nach ihren Zielgruppen Schüler/-innen, Talente und Erwachsenen. Zum einen haben wir hier das Breiten-MINT mit den systemischen Bezügen und Funktionen sowie Nutzungskompetenzen, über die ein „moderner Mensch“ in heutigen Wissensgesellschaften Bescheid wissen sollte. Zum anderen ein Spitzen-

²² MINT ist etymologisch betrachtet eine Chimäre aus den drei Einzeldisziplinen Mathematik, Informationswissenschaft (anstatt Informatik, sic!), Technikwissenschaften und den drei Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik.

²³ Vgl. dazu bspw. die Kosmologie und Weltraumteleskope/exterrestrische Sonden, Raumfahrt und Astronomie, Biotechnologie und technische Mikroapparaturen, Elektronen-Rastermikroskope und Kernphysik, Großdetektoren (CERN, ATLAS) und Teilchenphysik, Kryptozoologie und Tiefseetauchboote, Geophysik und Tiefenbohrungen über 5-10km Tiefe, Gentechnik und Humanmedizin, erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit durch Ressourcenkreisläufe, Bionik, Photonik, Mechatronik, u.v.a.

MINT mit den Bezügen zur Talenterkennung und institutionellen Talent-förderung. In letztgenannte Dimension kommen wiederum weitgehend die bisherigen Fachdidaktiken zur fachlichen Wissensvermittlung zum Tragen. Allerdings ergänzt um die Aspekte der Sozio-technik zum sozialen Sinn der Technologien, der Vermittlung gesellschaftsorientierten Forschens sowie von Technik als Wissenschaft.

		Didaktische Dimension	Ziele	Methoden / Themen
Systemische Funktionalitäten	Breiten-MINT	Technik- und MINT-Verständnis	a) Umgestaltung „der“ Natur für gesellschaftliche Zwecke und Funktionen b) Nutzung natürlicher Ressourcen für menschliche Bedürfnisse c) soziohistorische Veränderungen im Technikverständnis d) sozialer Sinn ²⁴	Beispiele + „Stories“ von Technikfolgen für ... Pro & Contra: + Zivilisation + Prosperität + Fortschritt - Gefährdung Ökosysteme - essentielle Risiken - sozialer Missbrauch
	Spitzen-MINT	Technik als Wissenschaft	a) Technikemanzipation b) Gestaltung von Umwelt c) Interdisziplinäres MINT	Beispiele von neuen Entdeckungen im Zusammenspiel Technik- und Naturwissenschaften
Interaktive Bezüge	Spitzen-MINT	Individuelle Bezüge	a) Technikinterpenetration b) Nutzungskompetenz c) Talentförderung	Beispiele Alltagsnutzung Projekte Interdisziplinäre Projekte
	Breiten-MINT	Systemische Bezüge	a) Technikmündigkeit für System- und Gesellschaftstechnologie b) gesellschaftsorientierte Forschung c) Zivilisation	Beispiele für Auswahl von Gesellschaftstechnologien und die gesellschaftliche Entscheidungsfindung Beispiel für Vorgabe technischer Lösungen durch die Gesellschaft (Energiewende) Historische Beispiele

Übersicht 1: Soziologische Dimensionen, Bezüge und Themen eines Sozio-MINT

Für Sozio-MINT stellt sich nach der Zielbestimmung die Frage nach konkreten Methoden der

²⁴ Dieser schöne Begriff begegnete dem Autor erstmals in einem Aufsatz von K.-H. Minks (2004), dem somit das Urheberrecht dieses treffenden Begriffs zukommt.

Umsetzung und Themen der Methoden. Das ist schwierig. Kommen in der traditionellen Technikdidaktik Experimente und Konstruktionsanwendungen in Betracht, muss für Sozio-MINT auch auf sozialwissenschaftliche Methoden zurückgegriffen werden. Dazu zählen im Breiten-MINT-Bereich „Stories“ und Geschichten, einprägsame Beispiele, Rollenspiele mit Imitationen und Simulationen zur Forschungsrealität wie auch technische Spielbezüge aus der Kindheit. Solche Module müssten konzipiert, entwickelt und evaluiert werden.

2.3 Systemische Bezüge von Sozio-MINT für die MINT-Didaktik

Das erweiterte Verständnis und auch Zuständigkeit der MINT-Didaktik für die Allgemeinbildung bringt diese in die Nähe zur relativ jungen Wissenschaftsdisziplin der Wissenschaftskommunikation und zur tradierten Technikfolgenabschätzung.

2.3.1 Wissenschaftskommunikation

Generell hat Wissenschaftskommunikation die Ziele, Forschungsthemen, Forschungserfolge wie auch Misserfolge²⁵ sowie Wissenschaft als Teilsystem der Gesellschaft für Zivilisation, Fortschritt und Kultur populärwissenschaftlich zu vermitteln. Die Schnittstelle zur Technik- und MINT-Didaktik findet sich entsprechend im Breiten-MINT mit Bezügen zum allgemeinen Technik- und MINT-Verständnis, deren sozialen Sinn sowie der Soziohistorie und den daraus erkennbaren Fortschritt in der Gesellschaft. Dazu benötigt sie Methoden der technischen und naturwissenschaftlichen Didaktik und Pädagogik.

In ihren institutionellen Manifestationen wie modernen Science Center und Technikmuseen kommen diese zum Einsatz. Oftmals kooperieren diese auch mit Schulen und werden dadurch zum semiprofessionellen außerschulischen Lernort. So kommen hier Bezüge und Methoden der schulischen wie außerschulischen Didaktik zur Anwendung. Im Umkehrschluss kann sich die Technikdidaktik und Technikpädagogik auch der Methoden und Institutionen der Wissenschaftskommunikation bedienen. Es entsteht eine interinstitutionelle Vernetzung von Schule und außerschulischen Lernorten für die interdisziplinäre Vermittlung von MINT-Themen. Eine duale Technikdidaktik, die auf Seiten der Zielgruppen aber Erwartungen und Ansprüche an eine attraktive Vermittlung von MINT-Themen entstehen lassen kann.

2.3.2 Technikfolgenabschätzung

Die Literatur zur Technikfolgenabschätzung ist Legion. Verallgemeinert gilt, dass Risiken und Chancen, Fortschritt durch Innovationen versus unintendierte Folgen sowie die gesellschaftliche (In-)Akzeptanz in möglichst allen Kombinationen miteinander abgewogen werden sollten. Damit tangiert Technikfolgenabschätzung vor allem die didaktischen Aufgaben der Sinnvermittlung und Sinnstiftung von Technologien und die interaktiven Bezüge hinsichtlich von Nutzungskompetenzen und Technikinterpenetration.

Für die Technikdidaktik stellt sich die Aufgabe, zentrale Ergebnisse der Technikfolgenabschätzung wissentlich zu vermitteln. Für die Risikoforschung sind dies maßgeblich die Unterscheidung qualitativer und quantitativer Risikomerkmale und das Verständnis von

²⁵ Wie zuletzt bei den gescheiterten Raumfahrtmissionen Rosetta/Philae und der Marssonde der ESA.

Risiko als soziales Konstrukt (Renn 2014). Für den zivilisatorischen Fortschritt sind die großen Themen „Global Village“, social media und Internet, Wissensdatenbanken, Dezentralisierung von ehemaligen Systemtechnologien und Datenschutz als neues soziales Risiko sowie Automatisierung der Arbeitswelten. Für die Akzeptanzforschung bemüht sich die Wissenschaft noch um zentrale Resultate. Aber es kann konstatiert werden, dass Bürgerbeteiligung in all ihren Facetten hierbei ein bestimmendes Merkmal sein wird. Bei technischen Themen wie z.B. der Bürgerbeteiligung zur lokalen Energiewende (Pfenning 2016) kommt der MINT-Didaktik hierbei eine zentrale Vermittlungsaufgabe zu. Es gilt deren Komplexität auf deren einfache Metalogik zu vereinfachen und die einzelnen EE-Technologien populärwissenschaftlich zu vermitteln.

2.3.3 *Techniksoziologie und Technikphilosophie*

Die übergeordneten Themenbezüge der MINT-Didaktik wie das Verständnis und gesellschaftsorientierte Aufgaben, respektive Funktionen von Technik- und Naturwissenschaften, Technikemanzipation und Technikmündigkeit sind assoziiert mit der Technik- und Technikphilosophie.²⁶ Auch die Unterscheidung von Technik als soziales System und von Technologien als deren manifestierte Konzepte in Form von Artefakten, Infrastruktur, Daseinsvorsorge und Versorgungssystemen zählt zu diesen Assoziationen.

Beide Wissenschaftsdisziplinen verfügen über keine explizite Formen und Formate ihrer Vermittlung in der Öffentlichkeit und Gesellschaft, Wissenschaftskolumnen in größeren Zeitungen und reich bebilderte Wissenschaftsmagazine einmal ausgenommen²⁷. Wobei auch in diesen Fällen die Wissenschaft eher passiv bleibt und eher über sie berichtet wird als das sie selbst berichtet. Damit überlassen oder delegieren diese Wissenschaftsdisziplinen diese Aufgabe an die fachübergreifende Wissenschaftskommunikation. Sie versäumen damit ihre Aufgabe der Technikdidaktik zuzuarbeiten für das gemeinsame Ziel ein modernes, innovatives Image für Technik- und Naturwissenschaften zu generieren. Für das alte Image als technische Elite und Intelligenz vergleiche Hortleber (1970). Die Wissenschaftsdisziplinen agieren wie ein geschlossenes System interner Legitimation und Selbstzufriedenheit. Aspekte gesellschaftsorientierter Forschung wie beispielsweise nachhaltige Ressourcen- und Versorgungssysteme zu etablieren, dringen nicht in dieses System vor. Die Energiewende und deren Umsetzung erscheint als prototypisches Beispiel für die fehlende Systemöffnung und Systemkopplung.

Die empirische Evidenz zeigt sich in den beiden nachstehenden Tabellen. Diese dokumentierten die offen genannten Bezüge von Schüler/innen und Studierenden zu den Begriffen „Technik“ und „Naturwissenschaften“ im Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 2008 (acatech & VDI 2010). Es zeigt sich wie sehr das Verständnis von den

²⁶ Aus Gründen der Vereinfachung eines Megathemas werden hier Technikphilosophie und Techniksoziologie nicht getrennt und voneinander unterschieden abgehandelt. Eine solche Unterscheidung würde hier den inhaltlichen wie zeilenbezogenen Rahmen dieses Beitrages sprengen.

²⁷ Wobei auch hierbei sich zeigt, dass die Wissenschaftskommunikation weiterreicht als oftmals vermutet. So berichtet ein größerer Elektronikversand in seinen Newslettern relativ regelmäßig über wissenschaftliche Themen ([ww.tekkie.conrad.de](http://www.tekkie.conrad.de)) wie auch Wochenblätter über Aktivitäten regionaler Forschungsinstitute im Einzugsgebiet.

gesellschaftlichen Bildungsinstitutionen und Traditionen geprägt ist. Technik sind Maschinen und Apparate, Naturwissenschaften sind Biologie, Physik, Chemie. Die Sinnsetzungen für Erkennen & Verstehen was die Welt im Innersten zusammenhält (Goethe 1782) oder Natur und ihre Ressourcen nach menschlichen Bedürfnissen und gesellschaftlichen Funktionalitäten umzugestalten sind wenig verbreitet in den Mentalitäten der nachfolgenden Generation.

Eine aktive Technikdidaktik würde insofern - ganz Interaktion – Technikphilosophie und Techniksoziologie herausfordern, sich ihrer didaktischen Umsetzung mehr zu widmen und dies als Teil ihrer wissenschaftlichen Tätigkeiten zu verstehen.

Im Hochtechnologiestandort Deutschland dominiert ein Technikverständnis des 19. Jahrhunderts. Einer Zeit, in der Technik tatsächlich über Infrastruktur, Baumaßnahmen und die Entwicklung der Dampfmaschine zur Energieversorgung geprägt war. Im Zeitalter der vierten Energiewende²⁸, erstmals hin zu Ressourcenkreisläufen und direkten Zugriff auf die nach menschlichen Ermessen unendliche Energie der Sonne²⁹ mit dem Metaziel einer Nachhaltigkeit, im Zeitalter rascher Produktzyklen und enormen Wissensfortschritt, im Zeitalter des Aufbruchs ins nahe Weltall und im Zeitalter der kritischen Erkenntnis, das anthropogene Effekte globale Ökosysteme zum Nachteil von Natur und Menschheit verändern können, greift dieses maschinelle Verständnis viel zu kurz. Es kommt vielmehr darauf an, ein systemisches Verständnis von Natur- und Technikwissenschaften zu entwickeln.

²⁸ Die Zählfolge ergibt sich aus den vorherigen Energiewenden Holz>Kohle>Öl>Atomkraft>EE-Technologien.

²⁹ Die ist der eigentliche technikwissenschaftliche Quantensprung der Photovoltaik, gewissermaßen als Pendant zur natürlichen Photosynthese.

inhaltliche Nennungen, Themen und Bezüge	weiblich		männlich		Gesamt	
	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %
Transportmittel (Schiff, Bahn) / Greenpeace / Nanotechnologie / Unterhaltung (Spaß, Freizeit, Freiheit, etc.) / Gegensatz zum Glauben / zur Religion / Tierversuche / Ingenieur / berühmte Persönlichkeit, Forscher./ Erfinderinnen, weiblich / Genversuche / Mann/Männer / Maschinen / -bau, Motoren, Roboter / Auto / Fahrzeuge auf Straße (Kfz, PKW) / Industrie, Handel, Globalisierung, Geld (Wirtschaft allgemein) / elektronische Geräte (PC, MP3, TV, Handy) / Klimawandel	Assoziationen mit geringer Häufigkeit (n<10)					
Attribute und Urteile						
Langweilig	15	1,0	9	0,9	24	1,0
Interessant	33	2,3	6	0,6	39	1,6
Kompliziert	29	2,0	11	1,1	40	1,7
positiv/notwendig/wichtig	23	1,6	9	0,9	32	1,3
positive Entwicklung (Moderne, Fortschritt, Modernisierung, Zukunft)	45	3,1	26	2,6	71	2,9
Negativ	34	2,3	21	2,1	55	2,3
Objekte und Artefakte						
handwerkliches Arbeiten (Schweißen, Bauen, Konstruieren etc.)	8	0,5	9	0,9	17	0,7
Baustoffe (Holz, Metall etc.)	5	0,3	6	0,6	11	0,5
Luft- und Raumfahrt (Flugzeug, Satelliten, Raketen, Raumkapsel, Mondlandung etc.)	10	0,7	19	1,9	29	1,2
Technologien						
Bionik	5	0,3	7	0,7	12	0,5
Medikamentenforschung (Pharmazeutik)	7	0,5	5	0,5	12	0,5
Informatik	11	0,8	9	0,9	20	0,8
Energien	9	0,6	15	1,5	24	1,0
Gentechnik	34	2,3	19	1,9	53	2,2
Wissenschaften / Schule						
berühmte Persönlichkeit, Forscher / Erfinder, männlich	16	1,1	11	1,1	27	1,1
Medizin	24	1,6	31	3,1	55	2,3
Evolutionstheorie	35	2,4	22	2,2	57	2,4
Mathematik	325	22,3	176	17,4	501	20,7
Wissenschaft, wissenschaftliches Arbeiten (Experimente, Forschung, Logik etc.)	419	28,7	238	23,5	657	27,2
Natur (Naturgewalten / -gesetze, Pflanzen, Tiere etc.)	687	47,1	519	51,3	1206	49,9
Physik	765	59,9	547	55,4	1312	59,4
Chemie	874	59,9	561	55,4	1435	59,4
Biologie	1004	68,8	640	63,2	1644	68,0
Konsum und Alltag, gesellschaftliche Bezüge						
Erleichterung für den Menschen im Alltag / Leben (hilfreich, nützlich, Lebensqualität)	8	0,5	3	0,3	11	0,5
Umwelt- / Klimaschutz (Artenerhaltung / -vielfalt, Nachhaltigkeit etc.)	92	6,3	50	4,9	142	5,9
Sonstiges	306	21,0	233	23,0	539	22,3
Anzahl Befragte / Mehrfachantworten möglich	1459		1012		2471	
Schüler/innen ohne Angabe n=264	8,8%					
durchschnittliche Anzahl von Nennungen:						
Naturwissenschaften	2,9					
Technik	2,7					

Häufigkeiten > 50-Nennungen sind fett gedruckt, Spaltenprozent, Mehrfachnennungen möglich, Multiple Response-Auswertung

Tabelle 1: Verständnis von Technikwissenschaften

inhaltliche Nennungen, Themen und Bezüge	weiblich		männlich		Gesamt	
	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %
Medikamentenforschung(Pharmazeutik)	1	0,0	0	0,0	1	0,0
Frieden und Wohlstand	1	0,0	1	0,1	2	0,0
Ingenieurin	1	0,0	1	0,1	2	0,0
berühmte Persönlichkeit, Forscher / Erfinderinnen, weiblich	2	0,1	1	0,1	3	0,1
Evolutionstheorie	2	0,1	1	0,1	3	0,1
Waffen und Krieg	1	0,0	4	0,3	5	0,2
Bionik	3	0,2	4	0,3	7	0,2
berühmte Persönlichkeit, Forscher / Erfinder, männlich	5	0,3	2	0,2	7	0,2
Biologie	5	0,3	3	0,2	8	0,3
Umwelt- / Klimaschutz (Artenerhaltung / -vielfalt, Nachhaltigkeit etc.)	7	0,4	2	0,2	9	0,3
Frau / Frauen	4	0,2	5	0,4	9	0,3
Gentechnik	7	0,4	3	0,2	10	0,4
Attribute und Urteile						
Langweilig	14	0,9	6	0,5	20	0,8
Negativ	15	1,0	4	0,3	19	0,7
positiv / notwendig / wichtig	25	1,7	4	0,3	29	1,1
Interessant	16	1,0	13	1,2	29	1,1
Kompliziert	110	7,5	27	2,6	137	5,5
positive Entwicklung (Moderne, Fortschritt, Modernisierung, Zukunft)	393	26,8	216	21,0	609	24,5
Objekte und technische Artefakte						
Transportmittel (Schiff, Bahn)	14	0,9	16	1,5	30	1,2
Luft- und Raumfahrt (Flugzeug, Satelliten, Raketen, Raumfahrt, Mondlandung)	27	1,8	41	4,0	68	2,7
Baustoffe (Holz, Metall etc.)	135	9,2	121	11,8	256	10,3
Auto / Fahrzeuge auf Straße (Kfz, PKW)	277	18,9	275	26,8	552	22,2
Maschinen / -bau, Motoren, Roboter	408	27,9	351	34,2	759	30,5
elektronische Geräte (PC, MP3, TV, Handy)	1159	79,2	883	86,2	2042	82,1
Technologien						
Medizin	5	0,3	10	0,98	15	0,60
Nanotechnologie	7	0,4	5	0,49	12	0,48
Energien	133	9,1	83	8,11	216	8,69
Wissenschaft						
Chemie	10	0,6	3	0,29	13	0,52
Natur (Naturgewalten / -Gesetze, Pflanzen (Flora), Tiere (Fauna) etc.)	23	1,5	17	1,66	40	1,61
Mathe	57	3,9	21	2,05	78	3,14
Informatik	78	5,3	76	7,42	154	6,19
Wissenschaft, wissenschaftliches Arbeiten (Experimente, Forschung, Logik etc.)	177	12,1	93	9,08	270	10,86
Physik	322	22,0	194	18,95	516	20,76
Wirtschaft und Berufe						
Ingenieur	46	3,1	23	2,25	69	2,78
Industrie, Handel, Globalisierung, Geld (Wirtschaft allgemein)	75	5,1	41	4,00	116	4,67
Konsum und Alltag, gesellschaftliche Bezüge						
Unterhaltung (Spaß, Freizeit, Freiheit, etc.)	43	2,9	39	3,81	82	3,30
Erleichterung für den Menschen im Alltag / Leben (hilfreich, nützlich, Lebensqualität)	72	4,9	47	4,59	119	4,79
Gender						
Mann / Männer	42	2,87	3	0,29	45	1,81
Sonstiges						
	385	26,33	314	30,66	699	28,12
Anzahl Befragte / Mehrfachantworten möglich	1462		1024		2486	
Schüler ohne Angabe einer Assoziation, n=244	8,8%					

Tabelle 2: Verständnis von Naturwissenschaften bei Schülern

3 Soziotechnik und systemisches Verständnis von MINT?

Ein solches systemisches Verständnis einer MINT-Didaktik erweitert das bisherige eher fachspezifische Verständnis von Didaktik als Fachdidaktik der rein technischen Wissensvermittlung um sozialwissenschaftliche und technikphilosophische Aspekte. Dies ist die inter- und transdisziplinäre Komponente in MINT. Aus der fachspezifischen, methodisch orientierten Fachdidaktik wird eine eigenständige inhaltliche MINT-Wissenschaftsdidaktik. Dieses neue Terrain ist wenig erforscht, zumal die genannten Wissenschaftsdisziplinen selbst über keine Eigendidaktik ihrer populärwissenschaftlichen Vermittlung verfügen und sich die Wissenschaftskommunikation, der diese Aufgabe delegiert wurde, selbst noch in den Anfängen befindet (Pfenning 2012, Dernbach et al. 2012).

Die neuen Inhalte dieser MINT-Didaktik sind strittig und bedürfen einer eingehenden Diskussion in Wissenschaft und Gesellschaftsinstitutionen des Bildungssystems. Als gesetzt erscheinen (a) die inhaltlichen Themen des Wissenschaftsverständnisses von Technik mit Bezug zur Technikemanzipation von den Naturwissenschaften als eigenständige Wissenschaft des Erkennens, Erklärens, Verstehens und Umgestaltung von Natur nach menschlichen Bedürfnissen und gesellschaftlichen Zwecken; (b) damit verbunden die Benennung des sozialen Sinns der konkreten Technologien als gesellschaftsorientierte Wissenschaft zur Sicherstellung der Daseinsvorsorge und essentieller Versorgungssysteme und Infrastruktur einer Gesellschaft; (c) und wiederum damit verbunden die Technikmündigkeit als Bildungsideal, um die Bürger/innen in die Lage zu versetzen technisch-naturwissenschaftliche Innovationen kritisch bewerten zu können und eine eigene Entscheidung zu Nutzung, Akzeptanz und Akzeptabilität zu treffen.

Die zunehmende Ausdifferenzierung und Komplexität dieser Innovationen auf Systemebene wie auch die Verschmelzung bzw. Kopplung von System- und Individualebene erfordert eine Nutzungskompetenz für neue digitale Kulturtechnologien wie das Internet und Office-Applikationen. Dies bedeutet, technische Medien tragen selbst zu ihrer besseren Vermittlung wie auch des sozialen Systems Technik bei durch audio-visuelle und virtuelle Didaktikformate (Simulationen, soziale Szenarien, Netzforen, Wiki's u.a.). Diese technische Medien könnten für die neuen, zu entwickelnden Didaktikformate der Soziotechnik bedeutsam sein. Anders ausgedrückt. Es stellt sich die Frage, ob die Technikdidaktik durch moderne, interaktive und simulative, digitale technische Medien die Qualität gewonnen hat, auch komplexe Sachverhalte zu veranschaulichen. Damit wären dem Abstraktionsvermögen als wichtiger Determinante der Auswahl adäquater Vermittlungsformate weniger Grenzen gesetzt.

Für die Soziotechnik würde diese innovative Technikdidaktik die Verbindung von individueller und systemischer Ebene schaffen und damit einen konzeptuellen Beitrag für eine Mesoebene soziotechnischer Interaktionen leisten. Konkret würde das individuelle Verständnis für Systeminnovationen wachsen und damit deren Akzeptanz sich erhöhen, und zwar auf der kognitiven Ebene von Überzeugungen und Einsichten. Ebenso wären Negationen besser begründet und würden die technischen Protagonisten zur besseren Legitimation ihrer Technologie oder gar zur Abkehr von einer favorisierten technischen Lösung bringen. Und im Idealfall ergeht via vorheriger gesellschaftlicher Konventionen ein

Forschungsauftrag an die Wissenschaft zur Umsetzung einer spezifischen technischen Lösung. Dies betrifft unverkennbar Aspekte der Bürgerbeteiligung und Wissenschaftskommunikation³⁰, vermittelt über eine erfolgreiche soziotechnische Technikdidaktik, wengleich hier der Bogen – zumal gemessen am heutigen Zustand der Technikdidaktik – weit, eventuell überspannt, erscheint.

4 Exkurs: Die EE-Energiewende als Fallbeispiel für eine soziotechnische MINT-Didaktik

Die aktuelle Energiewende ist nach unseren Recherchen bisher kaum in der Schulbildung verankert, obschon sie als intergeneratives Vorhaben und auch hinsichtlich der eigenen Ziele zur Energieeffizienz und Suffizienz auf Sozialisierungseffekte angewiesen erscheint (Hess & Pfenning 2014, Pfenning & Hess 2016). Es finden sich einige Stiftungsinitiativen. Auch in diesem Sammelband findet sich ein Beitrag hierzu (Fletcher & Deutsch 2016). Das Thema kommt auf und wächst zu einer Herausforderung für die Technikdidaktik heran.

Dies hat seine Gründe. Denn die Energiewende ist seit 2011 mit dem überparteilichen, parlamentarischen Ausstiegsbeschluss zur Atomkraft die Gesellschaftstechnologie zur Energieversorgung und bedarf der Vermittlung in die Gesellschaft. Sie ist Soziotechnik pur (Pfenning & Schröter 2016). Die Hypothese ließe sich dergestalt formulieren, dass gerade für Gesellschaftstechnologien sich ein Bildungsauftrag zu deren Vermittlung ergibt, und entsprechende Didaktikformate zu entwickeln wären.

Darüber hinaus sind ihr die interdisziplinären Kontexte im hohen Maße eigen: Chemie bzgl. Photovoltaik, Biologie bzgl. Biomasse, Physik bzgl. der EE-Potenziale, Mathematik bzgl. der Szenarien, Informatik bzgl. der Smart-Systems und Smart Grid, Technik bzgl. der EE-Anlagentechnik und die Soziotechnik bzgl. der Akzeptanz, Bürgerbeteiligung, Technikmündigkeit und Wissenschaftskommunikation, aber auch für neue Berufsbilder und Tätigkeitsprofile (Pfenning & Thess 2015, Zinn 2012).

Aus einem laufenden Jugendgutachten in der Stadt Metzingen ergibt sich, dass einzelne EE-Technologien durchaus Thema im Unterricht waren, jedoch oftmals unter rein physikalischen Relationen. Entsprechend fehlte es am Wissen über deren systemische Bezüge aus Erzeugung, Verteilung, Speicherung, Kopplung und Steuerung. Ebenso an der Metalogik hinsichtlich Volatilität und fluktuierender Stromerzeugung, nachhaltiger Energieerzeugung und Ressourcenkreisläufe. Dafür erkennen und erahnen die Jugendlichen, dass dieses Thema etliche individuelle Betroffenheiten für sie bereithält und fordern von der Schule das Wecken dieses Interesses. Womit das Thema Technik- und MINT-Didaktik erreicht wäre. Hier geht es zunächst nicht um fachliche Vermittlung, sondern um die motivationale Komponente der Technikdidaktik, Interesse und Betroffenheiten aufzuzeigen. Eine Facette der Soziotechnik.

³⁰ Zum Aspekt, auch Bürgerbeteiligung zu einem Bildungsthema zu machen vgl. die Initiativen der Bertelsmann-Stiftung (2010), zu Bildungsprojekten zur Energiewende die Initiative 3maE der RWE-Stiftung.

4 Literaturverzeichnis

- Arnold, A., Hiller, S. & Weiss, V. (2010). LeMoTech – Lernmotivation im Technikunterricht. Abschlussbericht zum Projekt Lernmotivation und Lerneffekte im Vergleich schulischer und außerschulischer Lernorte. Stuttgart: Universität Stuttgart.
- Bertelsmann Stiftung Bildung (2010). Change 2/2010. Schwerpunkt: Lernen – Glück ein Leben lang. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Bienhaus, W. & Wiesmüller, C. (2015). Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung. Technische Bildung und MINT - Chance oder Risiko? 16. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung (DGTB) vom 26.-27. September 2014 in Oldenburg. Tagungsband. Karlsruhe/Frankfurt am Main.
- Bund Umwelt- und Naturschutz Deutschland (BUND) (2012). Nachhaltige Wissenschaft – Plädoyer für eine Wissenschaft für und mit der Gesellschaft. Bonn.
- Deutscher Industrie- und Handelstag (DIHK) / IHK Darmstadt, Tecnopedia. (Hrsg.). Qualitätssicherung von MINT-Bildungsprojekten: MINT-Initiativen nachhaltig gestalten. Klett-MINT-Verlag. Stuttgart.
- 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 (93-110). Baden-Baden: Nomos.
- Dernbach B., Minder, C. & Münder, H. (2012, Hrsg.) Handbuch der Wissenschaftskommunikation. Springer Wissenschaftsverlag. Heidelberg.
- Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) & VDI (2009). Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Ergebnisbericht. München/ Düsseldorf.
- Döge, P. (2007). Der Kochtopf als Maschine – Technik für immer und ewig eine Männerdomäne? In VDI (Hrsg.). Beruf und Gesellschaft. Das Berufsbild der Ingenieurinnen und Ingenieure im Wandel (105-120). Report 37. VDI-Verlag. Düsseldorf.
- Elias, N. (1939): Über den Prozeß der Zivilisation. Soziogenetische und psychogenetische Untersuchungen. Band 1: Wandlungen des Verhaltens in den weltlichen Oberschichten des Abendlandes. Verlag Haus zum Falken. Basel
- Federation Europeenne d'Associations Nationales d'Ingenieur (FEANI) (2001). FEANI News 02/2001. ESOEPE (European Standing Observatory for the Engineering Profession and Education). Enhancing Engineering Education in Europe (E4). Brüssel.
- Franke, N., Pfenning, U. & Eissing, H. (2015). Nachhaltige Wissenschaft – Themen, Prozesse, Aufgaben, Ziele und Strukturen. Interner Bericht zu einem Workshop a 20.11.2014 in Mainz. Nachhaltige Wissenschaft. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz. Mainz.
- Hartmann, E., Kussmann, M. & Scherweit, S. (2006, Hrsg.). VDI Report Nr. 38/2006: Technik und Bildung in Deutschland. Technikunterricht in den Lehrplänen allgemeinbildender Schulen. Eine Dokumentation und Analyse. VDI-Verlag, Düsseldorf.

- Hess, D. & Pfenning, U. (2014). MIN-MIN + WIN-WIN - Risiken und Chancen lokaler Energieautonomie. VDE Verlag. VDE Kongress Smart Cities - Intelligente Lösungen für das Leben in der Zukunft, 20.-21.Okt. 2014, Frankfurt a.M. Frankfurt.
- Hortleder, G. (1970). Das Gesellschaftsbild des Ingenieurs – Zum politischen Verhalten der Technischen Intelligenz in Deutschland, Suhrkamp. Frankfurt am Main.
- Karafyllis, C. N. (2004). Natur als Gegentechnik, In: T. Haar (Hrsg.): Technikphilosophie im Aufbruch. Festschrift für Günter Ropohl. (73-91). Berlin.
- Karafyllis, C. N.(2009). Homo Faber/Technik. In: E. Bohlken & C. Thies (Hrsg.): Handbuch für Anthropologie. Der Mensch zwischen Natur, Kultur und Technik (340-344). Verlag J. B. Metzler, Stuttgart.
- Karafyllis, C.N. (2015). Putzen als Passion. Kulturverlag Kadmos. Berlin.
- Minks, K.-H. (2004). Wo ist der Ingenieurwachstum?, HIS Hochschul-Informationssystem GmbH. Hannover.
- OECD (2008). Measuring Improvements in Learning Outcomes. Best practices to assess the value-added of schools, OECD Publishing. Paris.
- OECD (2009). Education Today – The OECD Perspective, OECD Publishing. Paris.
- Pahnke, J. & Rösner, P. (2012). Frühe MINT-Bildung für alle Kinder - die Initiative „Haus der kleinen Forscher“. 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 (233-248). Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften. Verlag Nomos. Baden-Baden.
- Pfenning, U. & Hess, D. (2016). Lokale Energiezukunft Rottweil-Hausen. In C. Benighaus & G. Wachinger & R. Ortwin (Hrsg.):Bürgerbeteiligung - Konzepte und Lösungswege für die Praxis (282-286). Metzner Verlag. Frankfurt.
- Pfenning, U. & Renn, O. (2012, Hrsg.), Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und -Berufe im europäischen Vergleich. Baden-Baden: Nomos.
- Pfenning, U. & Renn, O. (2015). MINT oder MINimum? Technikbildung als notwendiges Element einer MINT-Bildung. In G. Graube & I. Mammes (Hrsg.). Gesellschaft im Wandel (114-139). Konsequenzen für natur- und technikwissenschaftliche Bildung in der Schule. Verlag Klinkhardt. Bad Heilbronn.
- Pfenning, U. & Thess, A. (2015). Energiesystem und –berufe im Wandel. In J. Grüneberg & I.G. Wenke (Hrsg.). Arbeitsmarkt Elektrotechnik Informationstechnik“. (31-40). 22.Auflage. VDE Verlag. Frankfurt
- Pfenning, U. & Schröter, R. (2016). Von Energiewenden und neuen Energiebürgern. S.10-12 in: netzwerk – Magazin für Kooperation & Management, Ausgabe 02/2016 (10-12), hrsg. von Genossenschaftsverband e.V. Neu-Isenburg.
- Pfenning, U. (2012). Zur Evaluation von Modellprojekten zur Wissenschaftskommunikation. In B. Dernbach & C. Minder & H. Munder (Hrsg.) Handbuch der Wissenschaftskommunikation (341-252). Springer Wissenschaftsverlag. Heidelberg.

-
- Pfenning, U. (2014). Zur Legitimation von Technikbildung - ein wissenschaftliches Plädoyer. *Journal of Technical Education*, 2 (2). S. 48-68. Stuttgart.
- Pfenning, U. (2015). Das MINT-Konzept: Schul(un)tauglich? Ein Konzept zwischen Vision und Realität in einer soziologischen Replik. In W. Bienhaus & C. Wiesmüller, (Hrsg.): *Technische Bildung und MINT – Chance oder Risiko?*. 16.Tagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung (DGTB) vom 26.-27.September 2014 in Oldenburg (S. 23-40). Tagungsband. Karlsruhe/Frankfurt am Main.
- Pfenning, U. (2016). Energieautarkie ist kein Mythos! In *Zeitschrift stadt+werk* Nr. 7/8 2016. K21 Media Verlag. Tübingen. S. 8-9.
- Renn, O. (2014). *Das Risikoparadox – warum wir uns vor dem falschen fürchten*. Fischer Taschenbuch. Fischer Verlag. Frankfurt.
- Ropohl, G. (2009). *Eine Systemtheorie der Technik*, 3. Auflage, Erstausgabe 1979. Carl Hanser Verlag, München Wien. Karlsruhe.
- Sydow, J. (1985). *Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung*. Frankfurt: Campus.
- Trist, E. & Bamforth, K.(1951). Some social and psychological consequences of the long wall method of coal getting. *Human Relations*, 4. S. 3-38.
- Wellbrock, B. (2016). Tekkie-Kids: ab wann ist Technik für Kinder sinnvoll. In: <http://tekkie.conrad.de/tekkie-kids-ab-wann-ist-techbnik-fuer-kinde-sinnvoll.de/html>, Newsletter Conrad-Electronics, April 2016.
- Zinn, B. (2012). Überzeugungen zu Wissen und Wissenserwerb in gewerblich-technischen Berufen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 108(1), S. 28-42.

Autor

Prof. Dr. Uwe Pfenning

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Standort Stuttgart, STB

STEP, Wankelstraße 5, 70653 Stuttgart

uwe.pfenning@dlr.de / upfenning@t-online.de

Zitieren dieses Beitrages:

Pfenning, Uwe (2016). Zur Soziotechnik (in) der Technikdidaktik. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Jg. 4 (Heft 2), S. 87-105.