

MANUEL HASELHOFER (Pädagogische Hochschule Fachhochschule Nordwestschweiz)

SUSANNE METZGER (Pädagogische Hochschule Fachhochschule Nordwestschweiz)

Entwicklung und inhaltliche Validierung eines Modells zum Gegenstandsbereich Technik

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

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

MANUEL HASELHOFFER / SUSANNE METZGER

Entwicklung und inhaltliche Validierung eines Modells zum Gegenstandsbereich Technik

ZUSAMMENFASSUNG: Der vorliegende Beitrag fokussiert die Entwicklung und Validierung eines Modells zum Gegenstandsbereich Technik. Der erkenntnistheoretischen Überzeugung des kognitiven Konstruktivismus folgend, dass Begriffe weder wahr noch falsch sein können, ist das Modell als im besten Fall denknützliche Abstraktion zu verstehen, um Elemente und Querverbindungen zwischen Konstituenten des Gegenstandsbereichs Technik sichtbar zu machen. Unter Rückgriff auf verschiedene Bezugskonzepte aus den Theoriebeständen der Allgemeinen Technikdidaktik¹, insbesondere technikbegriffsbezogenen, allgemeintechnologischen und handlungsspezifischen Konzepten, konnte ein Modell synthetisiert werden, das einer inhaltlichen Validierung in einem teilstandardisierten, berufsgruppenübergreifenden Expertinnen- und Expertenrating ($N = 19$) unterzogen wurde. Die Ergebnisse aus den deskriptiven Analysen und inhaltsanalytischen Auswertungen zeigen eine Varianz hinsichtlich des Gegenstandsbereichs Technik entlang der befragten Berufsgruppen. Die Ingenieurinnen und Ingenieure, die Dozierenden an technischen Hochschulen, die Lehrpersonen sowie die Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker beurteilen das Modell sowohl in den Globalitems als auch den Items zu den Modellelementen zwar insgesamt positiv, dennoch zeigen sich unterschiedlich gelagerte Einschätzung zu den im Modell getroffenen Annahmen.

Schlüsselwörter: Technische Bildung², Technikbegriff, Expert*innen-Rating, inhaltliche Validierung, deskriptive und inhaltsanalytische Auswertung

Developing and validation of a model related to the subject area of technology

ABSTRACT: The paper at hand focuses on developing and validating a model related to the subject area of technology. Following the epistemic conviction of cognitive constructivism, i.e. that a concept can be neither right nor wrong, the model can at best be understood as a useful abstraction to make elements of and crosslinks between constituents of the subject area of technology visible. By drawing on various reference concepts from the body of theories of general technology didactics, notably concepts which are related to the definition of technology in general, or which are action-specific, a model was synthesised which was subject to a content validation process involving a partly standardised, multi-professional expert rating ($N = 19$). The results drawn from the descriptive analyses and content-analytical evaluations reveal a variance regarding the subject area of technology along the professional groups interviewed. On the whole, engineers, lecturers at technological universities, teachers, as well as didactic experts judge the model positively in the global items as well as in the items related to the model's elements. There are, however, differing assessments in terms of the assumptions made in the model.

Keywords: Technological education, concept of technology, expert rating, content validation, descriptive and content-analytic evaluation

1 Im vorliegenden Beitrag wird aus Gründen besserer Lesbarkeit der Terminus Technikdidaktik verwendet, worunter die Allgemeine Technikdidaktik zu verstehen ist.

2 Wenn im Folgenden von Technischer Bildung die Rede ist, ist damit stets die Technische Bildung im Feld der Allgemeinbildung gemeint.

1 Forschungsstand und Problemstellung

In der technikdidaktischen Entwicklung und Forschung des deutschen Sprachraums ist ein umfassender Theoriekorpus konstatierbar. Die überwiegend hermeneutisch-normativ geprägten Arbeiten zur Konzeption, Charakteristik und Bedeutung Technischer Bildung, zu Inhalten, Methoden, Medien und Bildungsstandards (vgl. u.a. Sachs 1979, 2001; Schmayl 1995, 2013; Schlagenhauf 2009, 2016; VDI 2007; Hüttner 2009, 2015; DGTB-Bände 1996-2020) werden seit den Werkpädagogischen Kongressen seit den späten 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts bis heute intensiv geführt. Insbesondere in jüngeren Beiträgen finden sich Arbeiten mit stärkerer Ausrichtung auf ein empirisches Erkenntnisinteresse (vgl. Zinn 2014). Dennoch zeigt sich die fachdidaktisch-empirische Forschung als vergleichsweise wenig entwickelt und kaum systematisch erfasst (vgl. Zinn 2014; Geissel 2018). Eine Auseinandersetzung mit dem Gegenstandsbereich Technik ist bislang nicht zum Anlass empirischer Forschungsbemühung geworden.

In Konzepten der Allgemeinen Didaktik zum Lehren und Lernen (vgl. z.B. Klafki 1963; Heilmann, Otto & Schulz 1979; Schulz 1980; Jank & Meyer 2006; Furrer 2009) erscheint der Bildungsgegenstand – bei aller Unterschiedlichkeit der Konzepte – als bedeutungsvoll. Auf die Fachdidaktik entfällt somit die Aufgabe, ihren Gegenstandsbereich zu klären, an welchem sich der fachintendierte Bildungsprozess inhaltlich orientieren soll. Geht man von der großen Bedeutung der Lehrpersonen (vgl. Hattie 2008; Seidel 2011) und deren auch inhaltsbezogenen Beliefs (vgl. z.B. Törner 2002; Grigutsch, Raatz & Törner 1997) für die Konzeption und Durchführung von Unterricht aus, erscheint die Klärung des Technikverständnisses von Lehrpersonen, die in technikorientierten Fächern des allgemeinbildenden Schulwesens unterrichten, von besonderer Relevanz (vgl. Schlagenhauf 2013). Entsprechende empirische Befunde fehlen im Feld der deutschsprachigen Allgemeinen Technischen Bildung (zum Überblick vgl. Zinn 2014, 2017) ebenso wie geeignete Erhebungsinstrumente zur Erfassung des Technikverständnisses. Die Entwicklung und inhaltliche Validierung eines Modells zum Gegenstandsbereich Technik stellt die Möglichkeit dar, eine formalisierte Grundlage zum Aufbau eines Erhebungsinstruments zu schaffen, um sich diesen berufsbezogenen inhaltlichen Überzeugungen anzunähern.

Die fachdidaktische Klärung und Modellierung des Gegenstandsbereichs Technik ist mit einer verschränkten Herausforderung verbunden: Wird der Gegenstandsbereich als weitgehend deckungsgleich mit dem für den Bildungsprozess notwendigen Technikbegriff (als Objektbereich) angenommen, handelt es sich grundsätzlich um ein sprachliches, weil begriffliches Phänomen. Dies ist mit der Frage verbunden, welcher erkenntnistheoretische Stellenwert einem Begriff überhaupt beizumessen ist. Darüber hinaus nimmt die Technikdidaktik selbst verschiedene Bezugswissenschaften mit fachlich unterschiedlichem Erkenntnisinteresse – etwa Allgemeine Technologie, spezielle Technikwissenschaften oder Techniksoziologie (vgl. Schlagenhauf 2001) – und jeweils unterschiedlichem begrifflichen Inventar in Anspruch. Die fachsprachliche Unterschiedlichkeit kann dazu führen, dass der Technikbegriff polymorph aufgeladen wird und für (unterrichts-) wissenschaftliche Zwecke erklärungsbedürftig erscheint. Hierin mag ein Grund dafür liegen, dass ein Technikbegriff «mittlerer Reichweite» aus der Allgemeinen Technologie *Rohpolscher Prägung* (vgl. Ropohl 2009) fachdidaktisch häufig rezipiert wird, handelt es sich doch um ein bezugswissenschaftliches Strukturprinzip, das für sich in Anspruch nimmt, die allgemein verbindenden sach- und soziotechnischen Elemente von Technik herauszuarbeiten sowie allgemeine und disziplinübergreifende Strukturen der Technik als Metatheorie bereitzustellen (vgl. ebd., Banse 1997). Es beschreibt in hoher Allgemeingültigkeit die Gemeinsamkeiten in den auseinanderdriftenden Einzeldisziplinen der Technik (vgl. Schlagenhauf 2009; Fletcher, de Vries & Max 2018).

Technik kann also zunächst als ein sprachlicher Ausdruck verstanden werden, mit welchem sich ein begriffliches Konzept als geistige Repräsentation von Technik verbindet. Diese geistige Repräsentation wiederum referiert auf den zu bezeichnenden Sachverhalt (Abb. 1 vgl. Ogden & Richards 1923; Bußmann 2002).

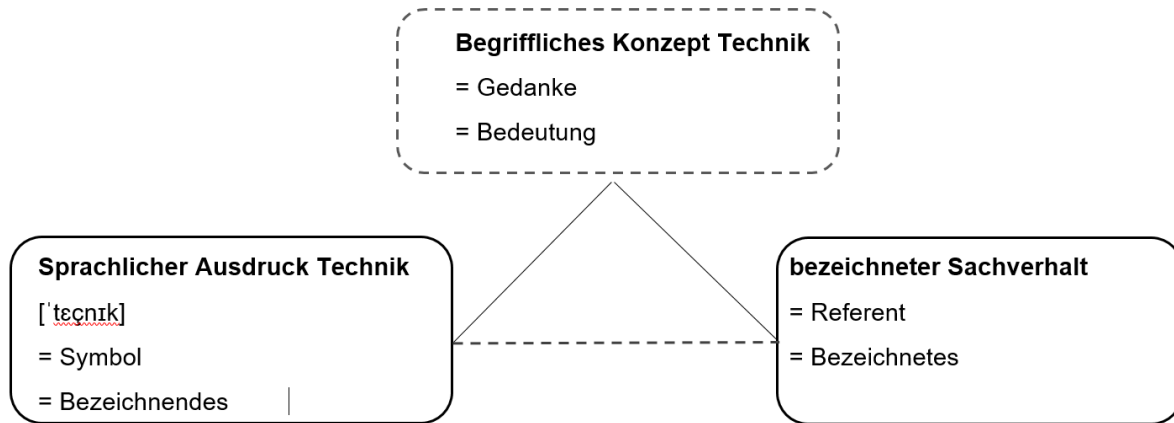


Abb. 1: Semiotisches Dreieck zu Technik in Anlehnung an Ogden & Richards (1923) und Bußmann (2002)

Die Beziehung zwischen sprachlichem Ausdruck und bezeichnetem Sachverhalt wird als eine indirekte, durch Kultur geprägte Zuordnung angenommen (vgl. Eco 1987); dem begrifflichen Konzept kommt hier eine vermittelnde Funktion zwischen Sprache und Wirklichkeit zu. Insofern ist es nicht überraschend, dass zu Technik unterschiedliche begriffliche Explikationen mit je unterschiedlichen Bedeutungen vorliegen, denn das, was mit Technik bezeichnet wird, ist über eine begriffliche Abstraktion im Bewusstsein repräsentiert.

Weiterführend wird die erkenntnistheoretische Positionierung, also die Frage nach dem „Verhältnis zwischen Erkenntnisgegenstand und Erkennendem“ (Schlagenhauf 2001, S. 170), angesprochen. Es ist zu klären, welchen Beitrag das Subjekt zur Erkenntnis des Objekts leistet (vgl. Gabriel 2020, S. 23), „die Frage nämlich, ob das Objekt wirklich so beschaffen ist, wie es uns erscheint, oder ob manche Beschaffenheiten nur insofern vorhanden sind, als ein Subjekt sie erkennt“ (ebd., S. 23). Maßgeblich ist hier, welche Erkenntnistheorie zugrunde gelegt wird. Für die Wahrnehmung des Gegenstandsbereichs Technik ist weder die Orientierung an einer (naiv) realistischen noch an einer radikal konstruktivistischen Ausrichtung hilfreich. Abbildung 2 visualisiert verschiedene erkenntnistheoretische Positionen.

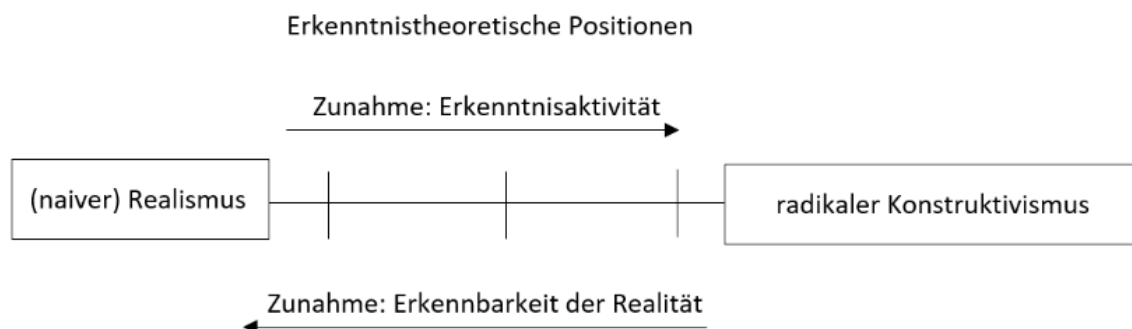


Abb. 2: Erkenntnistheoretische Positionen (vgl. Schlagenhauf 2001, verkürzte Darstellung)

Erkennen richtet sich im (naiven) Realismus nach der „tatsächlich existierenden Wirklichkeit“ (Schöndorf 2014, S. 35). In einer realistischen Vorstellung wird weiter davon ausgegangen, dass „Erkenntnis als das weitgehend passive Aufnehmen und Abbilden einer bewusstseinsunabhängig existierenden Realität durch das Bewusstsein“ (Schlagenhauf 2001, S. 171) stattfindet. Dem Existierenden kommen seine Eigenschaften unabhängig vom erkennenden Subjekt zu (vgl. Gabriel 2020, S. 27.). „Wahrheit erweist sich in der Übereinstimmung des Abbildes mit der objektiven Realität“ (Schlagenhauf 2001, S. 171). Die Erkenntnisaktivität des Subjekts kann in dieser Deutung als (sehr) gering, die Erkennbarkeit der Realität entgegengesetzt als hoch beschrieben werden.

Als nicht-realistische Position versteht die Theorie des radikalen Konstruktivismus Erkenntnis als rein konstruktive Leistung unseres Gehirns (vgl. Schöndorf 2014, S. 201). „D.h. der Erkennende wird als informationell geschlossenes System angesehen, alles Erkennen als ein Tun des Erkennenden, welches allein durch die Struktur des Erkennenden bestimmt wird“ (Schlagenhauf 2001, S. 174). Der hohen Ausprägung an Erkenntnisaktivität des Erkennenden steht das geringe Maß an Erkennbarkeit von Realität gegenüber (vgl. ebd., S. 2) Indem angenommen wird, dass subjektunabhängiges Wissen nicht existiert, ist der Verweis auf objektive Sachzusammenhänge unmöglich, die Realität bleibt prinzipiell unerkennbar (vgl. ebd., S. 5).

Beide oben skizzierten erkenntnistheoretischen Theorien sind als problematisch anzusehen. Die realistische Erkenntnistheorie nimmt den Anteil des erkennenden Subjekts an der Gegenstandskonstituierung des zu Erkennenden nicht angemessen in den Blick (vgl. Schlagenhauf 2001). Eine radikal-konstruktivistische Auslegung ist mit dem Problem konfrontiert, dass Aussagen über ein Erkenntnisobjekt bzw. Wirklichkeitsaussagen nicht möglich sind (vgl. Schöndorf 2014, S. 207). Doch jede Reflexion über einen erkenntnistheoretischen Standpunkt setzt eine realistische Position voraus, um „als Theorie überhaupt objektiv-realistische Geltung zu beanspruchen“ (ebd., S. 93).

In diesem Zusammenhang wird deutlich, welche Bedeutung der erkenntnistheoretischen Positionierung bei der Wahrnehmung und Ausgestaltung des Gegenstandsbereichs Technik zukommt. Technik fungiert begriffsbezogen als „typische Form geistiger und somit spezifisch menschlicher Erkenntnis“ (Schöndorf 2014, S. 167). Gleichwohl kann es eine reale Definition von Technik, verstanden als Erfassen der Sache (vgl. ebd., S. 169) abseits einer naiv realistischen Deutung nicht geben. Im Versuch den Gegenstandsbereich Technik zu modellieren, kann weder die eine noch die andere erkenntnistheoretische Position beansprucht werden. Vielmehr sind „personal-subjektive und kulturell-objektive Momente, Mensch und Welt in ein angemessenes Verhältnis“ zu setzen (vgl. Schlagenhauf 2001, S. 175).

Deshalb wird im Rahmen der im Folgenden beschriebenen Modellierung die konstruktivistische Grundannahme „der Subjektabhängigkeit des Erkennens und Wissens als Konstruktion des Geistes“ (Reusser 1999, S. 152) beibehalten sowie Erkenntnis und Wissen nicht als „Abbildung einer gegebenen Wirklichkeit, sondern [als] verknüpfende und deutende Aktivität bedeutungsbildender Subjekte“ (ebd., S. 152) verstanden, aber in weniger radikaler und durchaus weltorientierter Auslegung. Unter dieser Deutungsausrichtung, die sich als „realistisch orientierter kognitiver Konstruktivismus“ (Schlagenhauf 2001, S. 175) benennen lässt, werden Objekte nicht nur aufgrund ihrer bloßen Existenz erkannt, sondern das Erkennen des Objekts als komplexer, interaktiver, kontextgebundener Konstruktionsprozess vor dem Hintergrund von Intelligenz, Vorwissen und Erfahrung mitefasst (vgl. Reusser 1999, S. 154). Insofern erscheinen Weltbilder und Begriffe als verhandelbare Konstrukte. Ein entscheidender Beitrag kommt dabei dem „wahrnehmungsleitenden begrifflichen System des Individuums“ zu (Schlagenhauf 1997, S. 6).

Begriffe sind im vorliegenden Zusammenhang weder als wahr noch falsch zu verstehen, sondern lediglich durch das Kriterium der Denknützlichkeit gerechtfertigt. Pragmatisch geht es dabei

um Verstehbarkeit, organisatorisch um Abgrenzung zu anderen begrifflichen Konstrukten und Ordnung wesentlicher Bestimmungsmerkmale. Vor diesem Hintergrund ist ein Modell zum Gegenstandsbereich Technik theoriebasiert entwickelt und intersubjektiv inhaltlich validiert worden. Die Fragestellung richtete sich danach, welche getroffenen Annahmen zum Gegenstandsbereich Technik grundlegende Elemente, Merkmale und Verbindungen repräsentieren bzw. visualisieren können.

2 Bezugskonzepte zur Modellentwicklung

In die Entwicklung des Modells zum Gegenstandsbereich Technik sind im Wesentlichen mehrere technikdidaktische Bezugsmodelle und ein motivationspsychologisches Konzept eingeflossen. Diese sind allesamt als Idealtypisierungen zu verstehen und im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

2.1 Technikbegriff Allgemeiner Technologie (vgl. Ropohl 1979, 2009; Wolffgramm 1997)

Wesentlich wird der Technikbegriff im Modell so verstanden, wie er nominalistisch in den allgemeintechnologischen Konzepten von Ropohl und Wolffgramm zu finden ist. Hierbei ist der Begriffsumfang von Technik so ausgelegt, dass sich über die Fokussierung auf das technische Artefakt im Sinne einer sachtechnischen Deutung hinaus eine Mensch-Technik-Beziehung in den Herstellungs- und Verwendungskontexten identifizieren lässt (soziotechnische Deutung). Bei aller Unterschiedlichkeit in der Methode zur Ausarbeitung der jeweiligen Allgemeinen Technologie und weiterer Systematisierungsschritte zeigt sich Technik als ein Bereich gegenständlicher, künstlich geschaffener und nutzenorientierter Artefakte, dem sich herstellungs- und verwendungsbezogen natürliche, humane sowie gesellschaftliche Elemente zuordnen lassen.

2.2 Schema technologischer Probleme (vgl. Ropohl 2009)

Eng verknüpft mit Ropohls Technikbegriff „mittlerer Reichweite“ ist die Vorstellung von Technik als einen naturalen, humanen und sozialen Dimensionen beinhaltenden Problembereich, wie er in Abbildung 3 dargestellt ist. „Technik ereignet sich zwischen der Natur, dem einzelnen Menschen und der Gesellschaft“ (ebd., S. 43). Diese sind demnach die Rahmenbedingungen zur Herausbildung von Technik, ebenso sind die drei genannten Bereiche den Folgen des Technikeinsatzes ausgesetzt.

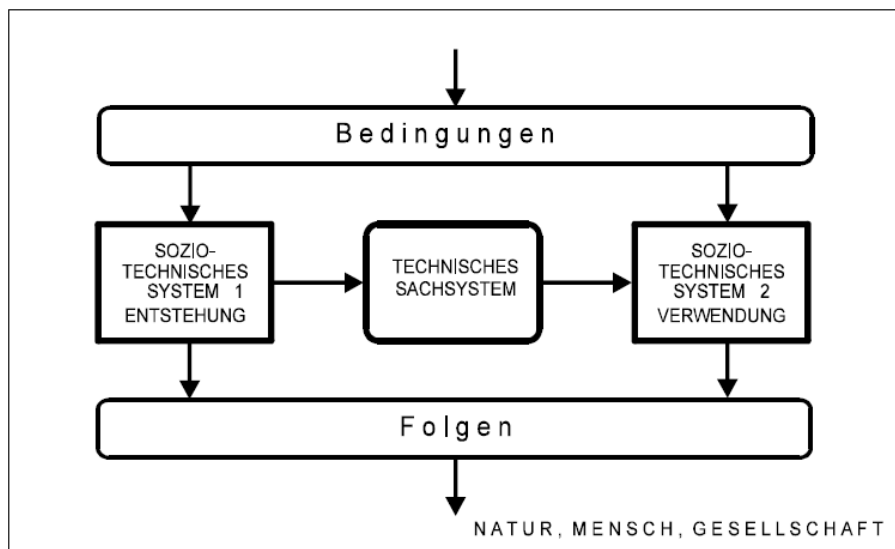


Abb. 3: Schema technologischer Probleme (vgl. Ropohl 2009, S.44)

In diesem Beziehungsgeflecht aus Herstellungs-, Sach- und Verwendungszusammenhang werden nach Ropohl zentrale Kontextmomente von Technik artikuliert. So gründet Technik auf natürlichen Rahmenbedingungen, sie erwächst aus menschlichem Handeln und gesellschaftlichen Verhältnissen. Mit dem Technikeinsatz sind darüber hinaus bestimmte Folgen auf das natürliche Ökosystem und unsere menschlichen Lebensformen verbunden (vgl. ebd.).

2.3 Dimensionen der technischen Wirklichkeit (vgl. Tüchel 1967)

Wie bereits in Ropohls Darstellung zum Verhältnis zwischen Herstellung und Verwendung beschreibt auch diese Deutung das Verflechtungsgefüge zwischen der Herstellung und des Gebrauchs von Technik und differenziert dieses anhand der herstellungsbezogenen Theorie und Praxis sowie der gebrauchsbefugenen Praxis und Theorie aus. „Jedes technische Gerät oder Verfahren entsteht auf Grund von Theorie in einer Praxis und wird in einer Praxis gebraucht, die wiederum Theorie erfordert“ (ebd., S. 31). Technik erscheint dann nicht ausschließlich als Praxis, sondern lässt ebenso Aussagen über ihren Objektbereich zu.

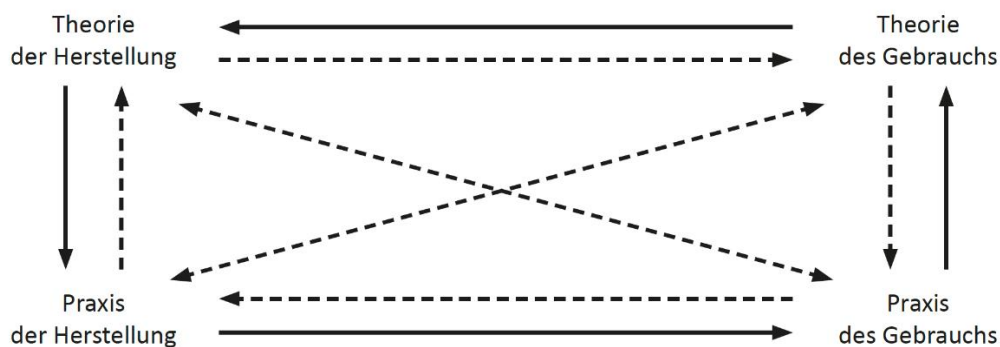


Abb. 4: Dimensionen der technischen Wirklichkeit (vgl. Tüchel 1967, S. 31)

Im Kreismodell entsteht ein Beziehungsgeflecht, das einen idealtypisierten Verlauf in der Technikgenese und -konsumtion darstellt (Abb. 4). Sowohl der Herstellung als auch dem Gebrauch technischer Objekte sind Theorie und Praxisbestände inhärent. Beide Bereiche gelten insofern als verbunden, wonach die Theorie und Praxis der Herstellung das technische Artefakt hervorbringt und für die Praxis des Gebrauch zur Verfügung stellt. Weiter lässt sich in dieser Modellannahme mittels Nachfrage ausgehend von der Gebrauchsseite in Theorie und Praxis die Theorie der Herstellung beeinflussen.

Darüber hinaus lassen sich dem Selbstanspruch des Modells nach bereichsspezifische, herstellungs- wie gebrauchsbezogene Fragen nach den Funktionen und Zwecken von Technik stellen. Für die angestrebte Modellierung interessieren die Interdependenzen zwischen den einzelnen Elementen des Modells nicht primär. Wichtiger erscheint, dass das Modell insbesondere einer zu einseitig auf die Herstellung technischer Gebilde bzw. Praxis bezogenen Sichtweise das Modell mit Artikulation der Gebrauchsseite der Technik ein Gegengewicht setzt. Die Theorie des Gebrauchs als wissenschaftlicher Reflexion auf unterschiedlichen Gebieten gesellschaftlichen Lebens (Soziologie, Politikwissenschaft, Wirtschaftswissenschaft, Philosophie und Pädagogik) ist ebenso im Modell mitberücksichtigt wie die Praxis des Gebrauchs als die Gestaltung individueller und kollektiver Lebensumwelten durch Technik. Durchgängig geht es im Modell um die Wechselwirkungen zwischen Technik und Mensch/Gesellschaft. Insofern kann das Modell weiter gefasst werden, nämlich als Kreismodell, welches mit der Reflexion menschlicher Bedürfnisse beginnt (Theorie des Gebrauchs), deren Befriedigung sich über die Planung und Entwicklung (Theorie der Herstellung) sowie Herstellung (Praxis der Herstellung) technischer Gebilde anbahnt und im Gebrauch sowie in der abschließenden Bewertung (Praxis des Gebrauchs) vervollständigt.

2.4 Grundstruktur technischen Handelns (vgl. Wiesenfahrt 1992, Schlagenhauf 1997)

In diesem Zusammenhang wird angenommen, dass technische Handlungen als konstitutiver Teil des technischen Gegenstandsbereichs aufzufassen sind. Technische Handlungen erscheinen als vielfältige Tätigkeitsformen, etwa Herstellen, Gebrauchen, Warten, Pflegen, Montieren, Fertigen, Reparieren, Bedienen, Konzipieren, Entwerfen, Konstruieren und weitere (vgl. Wiesenfarth 1992); sie sind aus semantischer Perspektive als Hyponyme des Herstellens und Gebrauchens zu deklarieren.

Um die Grundstruktur technischen Handelns idealisiert zu erfassen, ist eine Abgrenzung zu den routiniert ablaufenden technischen Handlungen – beispielsweise im Alltagshandeln – zu setzen, die durch Wiederholungen wenig aufmerksamkeitsfordernd und weitgehend routiniert vollzogen werden (können). Insofern kommt den bewusstseins- und aufmerksamkeitsfordernden *primären* technischen Handlungen des Herstellens und Gebrauchens eine besondere Bedeutung zu. „Die Analyse technischer Handlungsweisen darf also nicht bei den verkürzten und entlastenden Handlungsweisen ansetzen, sondern bei herausfordernden, problemhaltigen, gezielten technischen Handlungsformen“ (ebd., S. 33). Die Darstellung zur Grundstruktur technischen Handelns (vgl. Abb. 5) enthält wesentliche Bestandteile und Annahmen, wie sie in Wiesenfarth (1992) zu finden sind, stellt aber den Problembegriff als zentrales Bestimmungsmoment der Technik an prominenter Stelle. In der vereinfachten und idealisierten Form weist die strukturelle Darstellung Phasen des technischen Handelns auf, die als rekursiver, iterativer und interaktiver Prozess zu deuten sind (vgl. Schlagenhauf 1997).

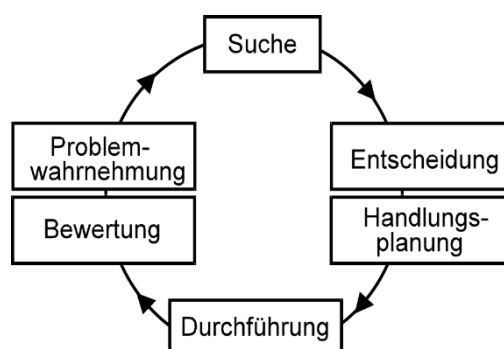


Abb. 5: Grundstruktur technischen Handelns in Anlehnung an Wiesenfarth (1992) (Schlagenhauf 1997, S.15)

In diesem Verständnis wird Technik als „Mittel [...] für Problemlösungen“ (Schlagenhauf 1997, S. 15) gedeutet. Das Modell unterscheidet in grober Skizzierung antizipierende (Problemwahrnehmung, Suche nach Informationen und an Werte bzw. Kriterien gebundene Entscheidung) und realisierende Phasen (Handlungsplanung, Durchführung und kriterienbezogene Bewertung) problemorientierten technischen Handelns. Als „Ergebnisse von Wahrnehmungs- und Denkvorgängen“ ist ein Problem „nicht als ein objektiver Sachverhalt zu verstehen, sondern als individuelle kognitive Leistung, als ein zunächst subjektives Phänomen“ (Schlagenhauf 2001, S. 176). Der Problembegriff erfüllt im dargestellten Modell eine verbindende Funktion. Ein Problem kann verstanden werden als die geistige Anforderung ein Hindernis zu bewältigen, welches einen als unerwünscht wahrgenommenen Anfangszustand von einem als erwünscht antizipierten Endzustand trennt (vgl. Stangl 2012). Diesbezüglich ist neben dem Problem auch die im technischen Handeln involvierte Zwecksetzung entscheidend – nämlich ein Problem zu überwinden, eine Problemlösung zu erreichen.

2.5 Handlungsphasen-Modell (vgl. Heckhausen & Gollwitzer 1987; Achtziger & Gollwitzer 2009)

Problemorientiertes technisches Handeln weist im Sinne des fachdidaktischen Modells zu dessen Grundstruktur eine antizipierende und realisierende Ebene aus. Diesen beiden Ebenen lassen sich in großer Überschneidung dem ebenfalls vereinfachten motivationspsychologischen Modell der Handlungsphasen (sog. „Rubikon-Modell“) zuordnen. Neben der Untergliederung des Handlungsverlaufs in Teilschritte leistet das Modell dem Selbstanspruch nach eine keinesfalls unumstrittene Trennung zwischen motivationalen und volitionalen Handlungsphasen (vgl. Kornadt 1988; Kehr 2004), wobei diesem psychologisch orientierten Diskurs im vorliegendem Zusammenhang nicht weiter nachgegangen werden soll. Auch ist statt eines linearen, nach einzelnen Handlungsphasen getrennten Ablaufs davon auszugehen, dass im konkreten Handeln phasenübergreifend Planungen vollzogen, Bewertungen vorgenommen und Ziele angepasst werden (vgl. Binder 2014, S. 33). Neben dieser Limitierung ist hier ein handhabbares – wenn auch idealisiertes – Ordnungsschema dargestellt, welches zielgerichtetes Handeln in einen logischen Zusammenhang stellt (vgl. ebd., S. 33) und sich Bezüge zu den angenommenen antizipierenden und realisierenden Phasen technischen Handelns setzen lassen.

Im Modell werden unter Annahme eines generalisierenden Handlungsverlaufs vier zeitlich aufeinanderfolgende Teilphasen als Handlungsschritte unterschieden: Abwägen und Planen (antizipierend) sowie Handeln und Bewerten (realisierend).

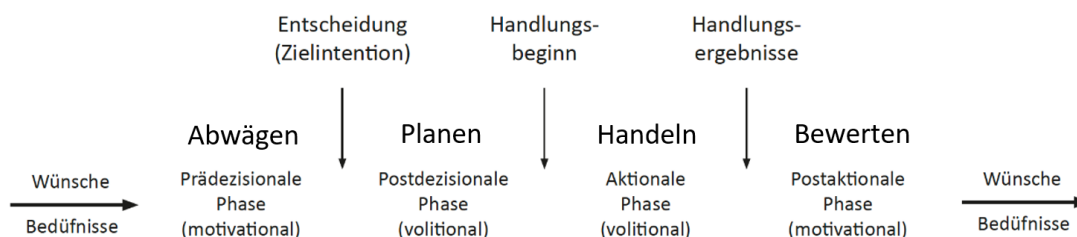


Abb. 6: Rubikon-Modell der Handlungsphasen in Anlehnung an Heckhausen & Gollwitzer (1987)

Individuelle Wünsche und Bedürfnisse einer Person werden im Modell als Ausgangspunkt postuliert (vgl. Abb. 6). In der ersten, als motivational anzusehenden Phase des Abwägens werden verschiedene, jedoch noch nicht realisierte Wünsche in Hinblick auf ihre jeweilige Nützlichkeit und Erreichbarkeit abgewogen. Mit jedem Wunsch ist idealtypisch ein Ziel verbunden. Aus der Vielzahl von Wünschen wird ein potenzielles Ziel ausgewählt. Hier wird der unverbindliche Wunsch zum verbindlichen Ziel transformiert, was den Übergang zur darauffolgenden Phase markiert. Das Planen als selbstgesteuerte und vorbereitende Phase zur Realisierung des Handlungsziels involviert in der Modelllogik verschiedene Elemente. Hier wird antizipiert zu welchem Zeitpunkt, in welchem Modus, mit welchen Mitteln und in welcher Dauer die Handlung vollzogen werden soll, um das Ziel bestmöglich zu erreichen. Gegen Ende dieser Phase ist der Handlungsbeginn zu sehen. Folglich schließt sich die ebenfalls als willentliche Umsetzung konzeptualisierte Handlungsphase an. In ihr werden alle Handlungen zusammengefasst, die es wahrscheinlich machen, das vorher identifizierte Ziel zu erreichen. Diese aktionale Phase endet mit dem Erzielen von Handlungsergebnissen und geht in das Bewerten der Konsequenzen bereits durchgeführter Handlungen über. Hier wird beurteilt, inwieweit das Ziel erreicht wurde und ob ggf. weitere Handlungen vonnöten sind, um das Ziel zu erreichen und den Handlungsverlauf abzuschließen (vgl. Achtziger & Gollwitzer 2009, S. 150 ff.).

Im Handlungsphasen-Modell ist ferner jede phasentypische Aufgabe mit einer sogenannte Bewusstseinslage verknüpft, die als „bestimmte Art kognitiver Orientierung“ (ebd., S. 152) entsprechend abwägende, planende, handelnde oder bewertende Funktion übernimmt.³ Hierin ist eine Verschränkung von Denken und Handeln zu konstatieren, wie es auch für die Genese und Verwendung der Technik angenommen wird.

3 Der Auflösungsgrad zum Handlungsphasen-Modell ist wegen des Fokus auf die Bezugskonzepte gering gewählt. Die oben angesprochenen Bewusstseinslagen sind als weitaus komplexer in ihrer Aktivierung und ihren Konsequenzen anzunehmen, wenngleich selbst im Handlungsphasen-Modell die individuellen Dispositionen von Handelnden aufgrund der idealisierten Darlegung keinen Einzug finden.

2.6 Paradigma der Technikherstellung und -Verwendung (vgl. Marx 1867; Ropohl 2007, 2009)

Bereits Hegel skizzierte mit seiner Idee der Entkoppelung von Bedürfnis und Arbeit den Kerngedanken der arbeitsteiligen respektive wirtschaftsteiligen Gesellschaft. Nach ihm werden bestimmte Bedürfnisse arbeitsteilig und durch spezialisierte Bürger befriedigt (vgl. Horstmann 1997, S. 207). Ropohl bezieht sich bei der analytischen Trennung von Verwendung und Herstellung auf die Gedanken von Marx (1867) und dessen perspektivischer Klassifizierung in Konsumtion und Produktion.

Demnach sind „Produktion und Konsumtion im Grunde perspektivische und korrelative Begriffe, die nur in Hinsicht auf ein und dasselbe Produkt eindeutig voneinander zu trennen sind“ (Ropohl 2009, S. 164). Perspektivisch hebt die Herstellung auf alle Bereiche ab, die zur Hervorbringung des jeweiligen technischen Sachsystems nötig sind, also Erfindung, Entwicklung, Konstruktion und Fertigung, während sich in der Verwendung die Funktion des technischen Objekts erfüllt. Hervorzuheben ist der Doppelcharakter der technischen Sachsysteme; diese können sowohl als Produkte, aber auch als Produktionsmittel fungieren. Insbesondere die vielfältigen Verflechtungen zwischen Herstellung, Sachsystem und Verwendung (vgl. Abb. 7) interessieren mit Blick auf die angestrebte Modellierung. Die Deutung des Verhältnisses zwischen Herstellung und Verwendung gilt dabei für die Ökonomie wie für den Privathaushalt gleichermaßen. Es schließt eine stoffliche wie geistige Wechselseitigkeit mit ein.

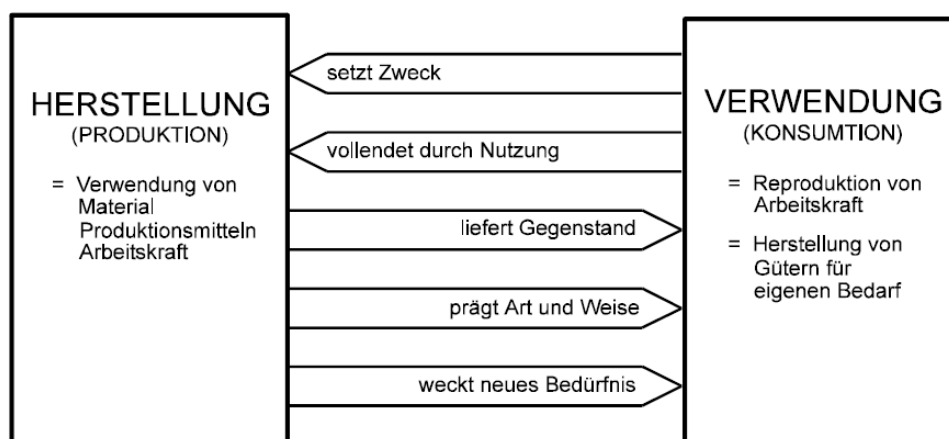


Abb. 7: Paradigma der Technikherstellung und -verwendung (Ropohl 2009, S.165)

Zunächst wird der Zweck der Herstellung durch die Verwendung gesetzt. Was potenziell nicht verwendet wird, wird aller Wahrscheinlichkeit nach nicht hergestellt. „Dieses grundsätzliche Bedingungsverhältnis besteht auch noch im anonymen Markt, wenn die Produktion ihren Zweck zunächst antizipiert“ (ebd., S.165). Durch die Verbindung mit einem Nutzenden zu einem soziotechnischen System, findet „die Produktion erst im Verwendungsprozess ihre Vollendung“ (ebd., S. 165). Umgekehrt sieht Ropohl eine dreifache Abhängigkeit der Konsumtion von der Produktion. Zunächst liefert die Produktion den technischen Gegenstand, der letztlich verwendet werden kann. Zudem prägt die Produktion die Art und Weise der Verwendung vor. Darüber hinaus ist die Verflechtung zwischen Herstellung und Verwendung von einem Bedürfnishorizont überspannt. So ist nach Ropohl davon auszugehen, dass die Produktion häufig „das Bedürfnis nach dem erzeugten Produkt überhaupt erst weckt“ (ebd., S. 166). Nicht nur die Bedürfnisse, sondern zudem auch der Modus ihrer Befriedigung werden durch die Sachsysteme verändert (vgl. Ropohl 2007, S. 76).

Insbesondere wichtig erscheint neben der stofflichen Verflechtung die geistige Wechselseitigkeit. Beispielsweise antizipiert die Herstellungsseite Bedürfnisse auf Verwendungsseite; umgekehrt erfüllt sich auf Verwendungsseite erst der Sinn technischer Hervorbringung. Mit anderen Worten: „der Herstellungsprozess vergegenständlicht, und das Vergegenständlichte wird wieder funktionalisiert im Gebrauchsprozess“ (Wiesenfarth 1992, S. 32).

Die genannten Bezugskonzepte und -modelle werden zur Modellierung des Gegenstandsbereichs Technik synthetisiert. Somit soll das Konstrukt Technik möglichst allgemein erfasst und wesentliche Bestimmungsmerkmale von Technik dargestellt werden. Damit steht das so gewonnene Modell⁴ in engem Zusammenhang zum unterlegten Technikbegriff, der im Sinne einer beschreibenden Definition (vgl. Schöndorf 2014, S. 169) als Bündel von Merkmalen anzusehen ist. Wie jedes andere Modell ist auch das vorliegende als ein Wirklichkeitsausschnitt aufzufassen; es ist damit nicht das genaue Abbild von Technik selbst, sondern repräsentiert eine für nützlich gehaltene Abstraktion von Technik.

3 Modellprüfung

Die aus den Theoriebeständen zum Gegenstandsbereich Technik synthetisierte Arbeitsversion des Modells wurde im Rahmen eines Expert*innenratingverfahrens einer kritischen Prüfung unterzogen, um die inhaltliche Validität des Modells zu steigern und ggf. Anpassungen vorzunehmen. Dabei werden Expert*innen gemäß dem wissenssoziologischen Paradigma als Personen verstanden, die sich durch „eine institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit auszeichnen“ (Hitzler, Honer & Mäder 1994, zitiert in Meuser & Nagel 2013, S. 461). In Anlehnung an den von Schütz (1972) idealisierten Expert*innen-Typus, wonach diese über gesichertes und eindeutiges Wissen verfügen, das kommunikativ und reflexiv zugänglich ist (vgl. S. 89 f.), zeigt sich das Expertenwissen „als ein begrenztes, in seiner Begrenzung dem Experten klar und deutlich verfügbares Wissen“ (Meuser & Nagel 2013, S. 462). Dieses „Sonderwissen“ (Sprondel 1979) ist den Expert*innen gemein, es ist „vornehmlich an eine Berufsrolle gebunden“ (Meuser & Nagel 2013, S. 462). Aus Varianzgründen wurden verschiedene Akteure des Querschnittsbereichs Technik aus unterschiedlichen Berufsgruppen befragt. Diese sind Ingenieurinnen und Ingenieure, Dozierende an technischen Hochschulen, Lehrpersonen technisch-orientierter Fächer sowie technikbezogene Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker.

3.1 Erhebungsinstrument

Die Erhebung erfolgte anhand eines halbstandardisierten Fragebogens. In den geschlossenen Antwortformaten zum Modell als Ganzes und zu den Modellelementen kam eine 4-stufige, bipolare und verbale Ratingskala (stimme gar nicht zu – stimme voll zu) zum Einsatz, um differenzierte Informationen über die Ausprägung eines Modellmerkmals zu ermöglichen. Zusätzlich wurde in einem offenen Antwortformat pro Modellmerkmal nach konkreten Änderungsvorschlägen gefragt. Tabelle 1 zeigt die eingesetzten Items – angeordnet gemäß ihrer kategorialen Zuordnung zu Globalitems resp. einzelnen Modellelementen.

4 Das inhaltlich validierte Modell zum Gegenstandsbereich Technik findet sich am Ende des Beitrags.

Tab. 1: Items und Itemstruktur des Erhebungsinstruments

	Kategorie	Item (Nr.)
Global	Formale Aspekte	1. Das Modell ist mit Begleittext verständlich. 2. Das Modell ist gut zu erfassen.
	Gesamtes Modell	18. Das Modell ist geeignet, Technik umfassend abzubilden. 19. Das Modell erfasst alle relevanten Bereiche von Technik 20. Was wird gegebenenfalls vergessen?
	Bedingungen von Technik	3. Die Annahme, dass der Technik gesellschaftliche Bedingungen zugrunde liegen, ist sinnvoll. 4. Die Annahme, dass der Technik naturale Bedingungen zugrunde liegen, ist sinnvoll.
	Technisches Handeln	5. Die Annahme, dass das technische Handeln Teil der Technik ist, ist sinnvoll. 6. Die Annahme, dass technische Handlungen antizipierende Phasen (Abwägen, Planen) beinhalten, ist sinnvoll. 7. Die Annahme, dass technische Handlungen realisierende Phasen (Handeln, Bewerten) beinhalten, ist sinnvoll. 8. Die Annahme, dass dem technischen Handeln ein Problem zugrunde liegt, ist sinnvoll.
Modellelemente	Technisches Sachsystem	9. Die Annahme, dass ein technisches Sachsystem durch die Merkmale gegenständlich, nützlich und künstlich charakterisiert ist, ist sinnvoll.
	Herstellung und Verwendung	10. Die Annahme, dass die Herstellung und die Verwendung über das technische Sachsystem miteinander verbunden sind, ist sinnvoll. 11. Die Annahme, dass die Herstellungsseite der Technik ein sozio-technisches System (Einheit von Mensch und Sachsystem) bildet, ist sinnvoll. 12. Die Annahme, dass die Verwendungsseite der Technik ein soziotechnisches System (Einheit von Mensch und Sachsystem) bildet, ist sinnvoll.
		13. Die Annahme, dass die Herstellungsseite der Technik auf die Verwendungsseite der Technik einwirkt, ist sinnvoll.
		14. Die Annahme, dass die Verwendungsseite der Technik auf die Herstellungsseite der Technik einwirkt, ist sinnvoll.
	Folgen von Technik	15. Die Annahme, dass Technik bestimmte gesellschaftliche Folgen hat, ist sinnvoll. 16. Die Annahme, dass Technik bestimmte naturale Folgen hat, ist sinnvoll.
	Zirkulärer Prozess d. Technik	17. Die Annahme, dass bestimmte gesellschaftliche und naturale Folgen der Technik ihrerseits wiederum gesellschaftliche und naturale Bedingungen verändern, ist sinnvoll

3.2 Auswertung der Daten

Die Auswertung des quantitativen Datenmaterials erfolgte anhand deskriptiver Analysen. Unter der Annahme eines intervallskalierten Skalenniveaus wurden Berechnungen zu den Kennwerten arithmetisches Mittel und Standardabweichung als zulässig betrachtet.

Vor dem Hintergrund einer deduktiv-induktiv gewählten Kategorienbildung wurde das Datenmaterial der offenen Antwortformate zur Modellbeurteilung durch eine Mischform aus Strukturierung (deduktives Vorgehen) und zusammenfassender Inhaltsanalyse (induktives Vorgehen) nach Mayring (2010) ausgewertet. Diese Mischform wurde gewählt, da die Kategorien mit den Beurteilungsbereichen im Fragebogen bereits feststehen, gleichzeitig aber die Offenheit gegenüber möglicherweise neuen Kategorien beibehalten werden sollte. Zudem sollte sichergestellt werden, dass der inhaltliche Kern nicht verfälscht, die Datenmenge (Textelemente) aber reduziert und übersichtlicher wurde.

4 Ergebnisse

4.1 Stichprobe

Die befragten Expertinnen und Experten ($N = 19$) sind durchschnittlich knapp 49 Jahre alt ($MW = 48.95$, $SD = 10.70$) und verfügen im Mittel über eine Berufserfahrung von knapp unter 20 Jahren ($MW = 19.44$, $SD = 9.91$). Drei Personen sind weiblichen, 16 Personen männlichen Geschlechts. Fünf Personen gehören der Berufsgruppe der Ingenieurin bzw. des Ingenieurs an, weitere fünf der Berufsgruppe der Dozierenden an technischen Hochschulen (Hochschule für Technik FHNW, Hochschule für Life Science FHNW, Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW, Technische Universität Wien). Auf die Berufsgruppe der Fachdidaktikerin bzw. des Fachdidaktikers entfallen sechs Personen (Pädagogische Hochschule FHNW, Pädagogische Hochschule Bern) und drei der Befragten sind als Lehrpersonen an diversen Sekundarschulen tätig.

4.2 Gesamtbeurteilung über alle Berufsgruppen

Insgesamt ergibt sich eine positive Beurteilung der durch das Modell getroffenen Annahmen von Seiten der Expertinnen und Experten. Sowohl den Globalitems zum Modell als auch den Items zu den einzelnen Modellelementen wird über die Berufsgruppen hinweg zugestimmt, alle Mittelwerte der Items liegen über dem Skalenmittelwert von 2.5. Geht man ab einem Mittelwert von $MW = 3.00$ von einer guten Beurteilung aus, sind 18 der insgesamt 19 Items als gut (im Sinne von zustimmend) beurteilt worden (Abb. 8).

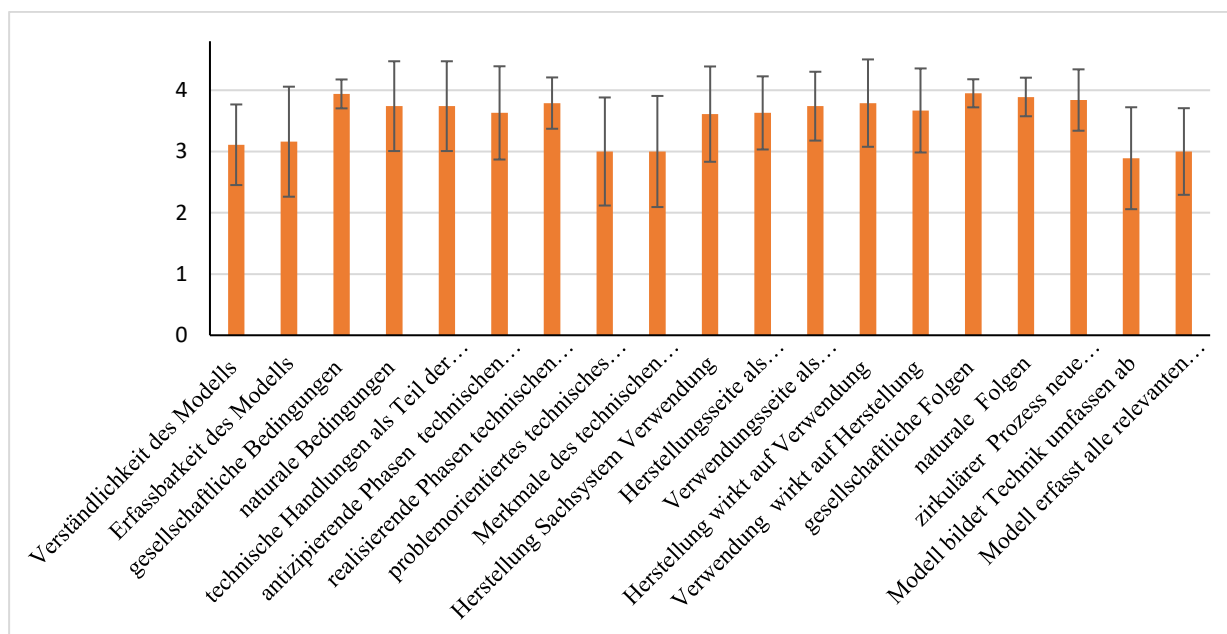


Abb. 8: Mittelwerte der berufsgruppenübergreifenden Gesamtbeurteilung ($N = 19$; 4-stufige Ratingskala)

Nur der Mittelwert des Items „Das Modell bildet Technik umfassend ab“ liegt knapp unter 3.00 ($MW = 2.89$, $SD = 0.83$). Sehr hohe Zustimmungen finden sich in den Annahmen, dass der Technik gesellschaftliche ($MW = 3.94$, $SD = 0.23$) und naturale Bedingungen ($MW = 3.74$, $SD = 0.73$) zugrunde liegen, technisches Handeln als konstitutiver Teil der Technik anzusehen ist ($MW = 3.74$, $SD = 0.73$), die Herstellung von Technik auf die Verwendungsseite einwirkt ($MW = 3.79$, $SD = 0.71$) sowie sich der Technik gesellschaftliche ($MW = 3.95$, $SD = 0.229$) wie naturale Folgen ($MW = 3.89$, $SD = 0.32$) zusprechen lassen. Ebenfalls hohe Zustimmung findet die Annahme eines zirkulären Prozesses zwischen Technikfolgen und veränderten gesellschaftlichen und natürlichen Bedingungen ($MW = 3.89$, $SD = 0.50$).

Die höchsten Standardabweichungen zeigen sich in den Globalitems zur Erfassbarkeit des Modells ($MW = 3.16$, $SD = 0.90$) sowie zur umfassenden Abbildung von Technik im Modell ($MW = 2.89$, $SD = 0.83$), dem Item zum problemorientierten technischen Handeln ($MW = 3.00$, $SD = 0.88$) und zur Annahme bezüglich der Merkmale des technischen Sachsystems ($MW = 3.00$, $SD = 0.90$).

4.3 Beurteilung entlang der Berufsgruppen

Ein differenzierteres Meinungsbild ergibt sich mit Blick auf die einzelnen Berufsgruppen (Abb. 9).

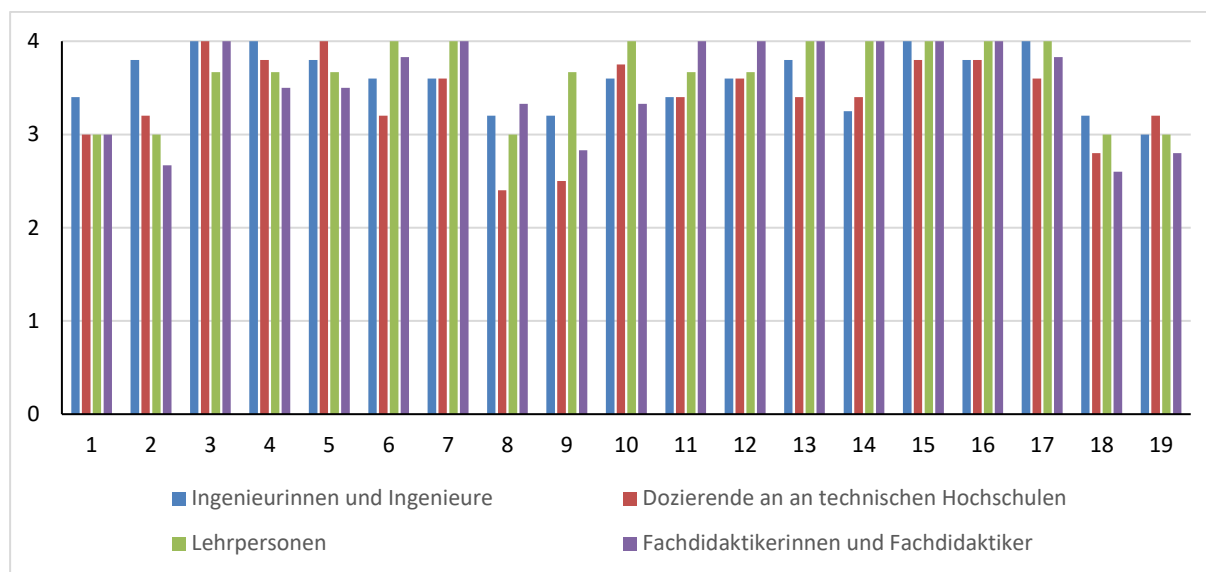


Abb. 9: Mittelwerte der Einschätzungen pro Item nach Berufsgruppen ($N = 19$; 4-stufige Ratingskala)

Legende: 1. Verständlichkeit des Modells; 2. Erfassbarkeit des Modells; 3. gesellschaftliche Bedingungen; 4. naturale Bedingungen; 5. technische Handlungen als Teil der Technik; 6. antizipierende Phasen technischen Handelns; 7. realisierende Phasen technischen Handelns; 8. problemorientiertes technisches Handeln; 9. Merkmale des technischen Sachsystems; 10. Herstellung Sachsystem Verwendung; 11. Herstellungsseite als soziotechnische Einheit; 12. Verwendungsseite als soziotechnische Einheit; 13. Herstellung wirkt auf Verwendung; 14. Verwendung wirkt auf Herstellung; 15. gesellschaftliche Folgen; 16. naturale Folgen; 17. zirkulärer Prozess neue gesellschaftliche und naturale Bedingungen; 18. Modell bildet Technik umfassend ab; 19. Modell erfasst alle relevanten Bereiche von Technik

In differenzierter Betrachtung zeigen die befragten Berufsgruppen in ihren Beurteilungen unterschiedliche Nuancierungen. Dem Gros der Items wird von Seiten der Befragten je Berufsgruppe zugestimmt; es zeigen sich im Mittel positive Beurteilungen und eine geringe Streubreite der Werte.

Insbesondere sind vier Items zu den Einzelelementen hervorzuheben, in denen sich entweder Mittelwerte unterhalb des als positiv festgesetzten Bereichs von $MW = 3.00$ oder hohe Standardabweichungen finden lassen. Diese sind:

- die Erfassbarkeit des Modells, was von der Berufsgruppe der Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker kritisch beurteilt wird ($MW = 2.67$, $SD = 1.03$),
- die Annahme, dem technischen Handeln liege ein Problem zugrunde, was von der Berufsgruppe der Dozierenden an technischen Hochschulen kritisch beurteilt wird ($MW = 2.40$, $SD = 1.14$),
- die Annahme, das technische Sachsystem ließe sich anhand der Merkmale gegenständlich, nützlich und künstlich beschreiben, worin die Berufsgruppen der Dozierenden an technischen Hochschulen ($MW = 2.50$, $SD = 0.58$) sowie der Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker ($MW = 2.83$, $SD = 1.17$) im Mittel nicht vollumfänglich zustimmen, und
- die Annahme, das Modell bilde Technik umfassend ab, was die Dozierenden an technischen Hochschulen ($MW = 2.80$, $SD = 0.84$) sowie die Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker ($MW = 2.60$, $SD = 1.14$) kritisch beurteilen.

Die vier kritischen Einzel-Items können vor dem Hintergrund relativ geringer Stichprobengröße je Berufsgruppe (Ingenieurinnen und Ingenieure: $N = 5$, Dozierenden an technischen Hochschulen: $N = 5$, Lehrpersonen: $N = 3$, Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker: $N = 6$) interpretiert werden. Die Mittelwertberechnung ist unter der Annahme eines intervallskalierten Niveaus vertretbar, aber

im Falle der kleinen Stichproben anfällig für statistische Ausreißer. Zudem verweisen die hohen Standardabweichungen auf ein relativ breites Meinungsbild, was mit Blick auf die vorgenommene modellierte Annäherung an das begriffliche Konstrukt Technik wenig überrascht. Zudem bilden die Berufsgruppen je für sich keine homogene Gruppe ab, sondern zeigen trotz Zusammenfassung heterogene Hintergründe auf.

Da Extremwerte bei der Berechnung von Mittelwerten in kleinen Gruppen stark ins Gewicht fallen, wurden exemplarisch für kritische Globalitems innerhalb der Berufsgruppe der Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker zusätzlich die Mediane betrachtet. Sowohl die zuvor von den Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern im Mittel kritisch beurteilten Globalitems zur Erfassbarkeit des Modells, zur umfassenden Abbildung des Gegenstandsbereichs Technik sowie zur Erfassung aller relevanten Technikbereiche durch das Modell verschieben sich unter Anwendung des Medians in Richtung des als positiv festgesetzten Beurteilungsbereichs (jeweils Median = 3.00). Die zuvor kritischen, leicht unterhalb des Mittels gelegenen Beurteilungen sind als gut zu interpretieren. Zudem ist das breite Meinungsbild vor dem Hintergrund zu sehen, dass das Modell einen Wirklichkeitsausschnitt mit notwendigerweise unscharfen Rändern abbildet. Es verkürzt und akzentuiert anhand des Erkenntnisinteresses und konkretisiert sich anhand von Bezugsbegriffen, -Konzepten und -Modellen, die wiederum selbst Idealtypisierungen darstellen. Hierzu sind in den Verbesserungsvorschlägen innerhalb der offenen Antwortformate weitere Hinweise zum Modell zu erwarten.

4.4 Generalisierte Rückmeldungen

Die Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge zum Modell und den Modellelementen wurden paraphrasiert und generalisiert sowie entsprechend ihrer kategorialen Verortung zusammengefasst. Inhaltsleere, verweisende oder belustigende Antworten (z.B. „siehe Punkt 4“, „das würde Trump bestreiten...“) sowie Doppelnennungen in ein und demselben Fragebogen wurden nicht berücksichtigt.

Die Rückmeldungen der Expertinnen und Experten lassen sich drei Bereichen zuteilen:

- **Verwendete Begriffe**

Trotz der sehr unterschiedlichen inhaltlichen Rückmeldungen zeigt sich an den Äußerungen der Expertinnen und Experten, dass die Modellierung zum Gegenstandsbereich Technik sprachlich zu wenig explizit ausfällt und insofern abstrakt bleibt. Eine Vielzahl der Äußerungen bezieht sich demnach auf Begriffe, die entweder auszuführen oder weiter auszudifferenzieren wären, so etwa zur Definition technischen Handelns und dessen explizite Einteilung in Handlungsbereiche, zum Begriff des Naturalen und der Gesellschaft. Auch wird der Wunsch nach Beispielen oder die Explikation des Modells anhand eines einzelnen technischen Sachsystems geäußert. Außerdem wird der Problembegriff reklamiert, der je nach Lesart negativ konnotiert sei.

- **Konzeptualisierte Annahmen**

Weitere Unschärfen ergeben sich mit Blick auf idealisierte Annahmen im Modell, die den geistigen Repräsentationen der Befragten nicht vollumfänglich entsprechen. Hervorzuheben ist hier die Annahme, dass ein Problem den Ausgangspunkt technischen Handelns bildet. Die Expertinnen und Experten äußern hier, dass dies nicht immer der Fall sein muss. Des Weiteren scheint die Annahme des planvollen technischen Handelns und der darin verschränkten antizipierenden Pha-

sen laut der Expertinnen- und Expertenmeinungen nicht immer angezeigt, insbesondere, wenn Zufälle und Spielen zu technischen Lösungen führen. Auch die drei Merkmale zur Kennzeichnung technischer Artefakte (gegenständlich, nützlich, künstlich) werden von den Expertinnen und Experten kritisch zurückgemeldet, insbesondere die Gegenständlichkeit und die Nützlichkeit technischer Artefakte als semantische Abgrenzungsmerkmale wird wenig zugestimmt. Zudem finden sich Aussagen, die sich innerhalb derselben Kategorie widersprechen. Dies tritt insbesondere in der Annahme einer soziotechnischen Einheit auf Herstellungs- wie auf Verwendungsseite zu, wonach der Mensch nicht immer als integraler Bestandteil erfasst wird. Ebenso sind widersprüchliche Angaben zum Verflechtungsgefüge zwischen Herstellung und Verwendung zu konstatieren.

- Darstellungsform im Modell

Bezüglich der Darstellungsform im Modell wird als grafische Anregung eine bessere Bebilderung des Modells genannt. Ferner sollte der zirkuläre Prozess, wonach die Folgen des Technikeinsatzes wiederum die Bedingungen beeinflussen, visuell deutlicher hervortreten und die zunächst getroffene lineare Darstellungsform entsprechend verändert werden. Auch soll einer Expertinnen-Meinung nach der iterative Prozess zwischen Herstellung und Verwendung deutlicher hervortreten. Außerdem wird vorgeschlagen, das Modell so auszurichten, dass es der Leserichtung entspricht.

4.5 Diskussion der Rückmeldungen

Von den Expertinnen und Experten werden vereinzelt Hinweise zur weiteren Explikation von Begriffen gegeben, beispielsweise im Wunsch nach Definition technischen Handelns, dem Aufzeigen der Grenzen natürlicher Bedingungen oder einem Verweis auf die Reichweite des zugrundeliegenden Technikbegriffs. Es scheint, als werde das Modell und die theoretische Ausführung von integrierten Grundannahmen verwechselt. Auf Modellebene ist eine begriffliche Elaboration nicht leistbar und letztlich dem Modellzweck nach einer visuell vereinfachten Darstellung des Sachverhalts und einer angestrebten Komplexitätsreduktion nicht angezeigt. Das Modell zum Gegenstandsbereich Technik ist als Denkmodell (vgl. Heitzmann 2013, S. 89) notwendigerweise abstrakt und führt nur wesentliche, dem Gegenstandsbereich Technik zugeordnete bzw. zuordenbare Bestimmungsstücke bzw. Merkmale auf. Auch ist der Auflösungsgrad bewusst gering gesetzt, um Technik möglichst umfassend, d.h. über das künstliche technische Gebilde hinaus die Hervorbringung und Ingebrauchnahme sowie auf die natürlichen, sozialen und humanen Bedingungen und Folgen von Technik aufzunehmen.

Ferner ergibt sich ein uneindeutiges Meinungsbild, welches nicht zuletzt in widersprechenden Aussagen hervortritt, beispielsweise zum wechselseitigen Verhältnis zwischen technischem Herstellungs- und Verwendungskontext oder der Erfassung als wesentlich gedeuteter Technikbereiche im Modell. Die partielle inhaltliche Varianz der Aussagen ist vor dem Hintergrund der diversen technikbezogenen Expertisen zu verhandeln. Selbst unter der Annahme einer weitgehend homogenen Gruppe bleiben Begriffe – davon geht die vorliegende Arbeit aus – Konstrukte menschlichen Geistes und Expertinnen- und Expertenmeinungen berufs determinierte geistige Repräsentationen. Insofern fällt ein Gegenstandsbereich wie Technik nicht absolut unter einen Begriff, sondern „er fällt mehr oder weniger, in einem bestimmten Maß unter einen Begriff“ (Baumann 2002, S. 104).

Darüber hinaus ist der Wunsch nach Eindeutigkeit durch festgelegte Technikbegriffe verständlich, zeigt aber die erkenntnistheoretischen und sprachlichen Herausforderungen, die im Modell

offenbar zu Tage treten. Legt man kein essentialistisches Verständnis⁵ zugrunde und geht stattdessen von einem konstruktivistisch orientierten Begriffsverständnis aus, lässt sich eine eindeutige Begriffsfestlegung nicht realisieren. Einem Begriff, so auch dem Technikbegriff, kommt zwar eine «kognitiv sprachliche Funktion» (Schöndorf 2014, S. 168) zu, der sprachliche Verweis ist aber an ein (Erkenntnis-)Objekt adressiert, auf das nicht eindeutig hingewiesen werden kann. In diesem Zusammenhang ist die zeichennutzende Person von Bedeutung, da in ihr die Ausdrucks- und Inhaltsseite (vgl. de Saussure 2001) zusammenkommen, was Schlagenhauf (1997) folgendermaßen ausdrückt:

„Welche Handlungen innerhalb komplexer Lebensvollzüge einer als Religion, als Politik oder auch als Technik bezeichneten Abstraktion zugeordnet werden, hängt von einem Bündel von Faktoren, insbesondere aber vom wahrnehmungsleitenden begrifflichen System des Individuums ab (ebd., S. 6).“

Das mit Technik Gedachte und Gemeinte ist zwar auf die sprachliche Formulierung angewiesen (vgl. de Saussure 2001, Schöndorf 2014), ist aber gleichzeitig davon zu unterscheiden, was sich zudem zeichentheoretisch in der Beziehung zwischen Symbol, Begriff und Ding wiederfinden lässt (vgl. weiterführend Eco, 1994).

An dieser Stelle ist auf eine weitere, das Gebiet der semantischen Linguistik streifende Rückmeldung einzugehen, wonach der Problembegriff als negativ konnotiert zurückgemeldet wurde. Mit Konnotation, verstanden als affektiv moderierte Nebenbedeutung und der ihr inhärenten Bewertung des Begriffs ist eine individuelle und sozial beeinflusste Bedeutungskomponente angesprochen, welche sich der relativ konstanten begrifflichen Bedeutung entzieht (vgl. Bußmann 2008). In diesem Fall ist abzuwägen, welches Gewicht einer individuellen Rückmeldung beizumessen und welcher Verlust mit dem Ersetzen des in den Theoriebeständen als bedeutungsvoll proklamierten Problembegriffs zu erwarten wäre.

Insgesamt reflektieren einige Rückmeldungen der Expertinnen und Experten die Grenzen, welche in den dem Modell zugrundeliegenden idealtypisierten Annahmen zu finden sind (vgl. Abschnitt 3 Bezugskonzepte und -Modelle). Dies soll folgend exemplarisch im Verbesserungsvorschlag aufgezeigt werden, das Spielen als Form technischer Handlungen aufzunehmen, welches nicht antizipierende Elemente (Abwägen, Planen) beinhaltet. Zwar ist nicht auszuschließen, dass durch Spielen ein (technisches) Problem gelöst oder eine (technische) Erkenntnis gewonnen werden kann. Zur Abgrenzung zu anderen menschlichen Handlungen oder zur Generalisierung des Sachverhalts ist das Spielen dennoch nicht geeignet. Eine Handlung gilt – auch dies ist idealisiert vorzustellen – als absichtsvoll, sie geschieht im Modus zielgerichteter und insofern planvoller Aktivität (vgl. Groeben 1986). Den technischen Handlungen lassen sich Merkmale zuweisen, die als zweckorientiert, rational, sachsystemintegrierend und in Hinblick auf den Realisierungsmodus in mehr oder minder starker Ausprägung auftreten können (vgl. Binder 2014). Das Spielen wäre, legt man diese Merkmale zugrunde, als möglicherweise wenig differenzierte Vorstellung des Zwecks mit geringer Reflexionstiefe, als beiläufige Wahrnehmung des technischen Sachsystems und geringer Kontrolle über die Bedingungen als wenig elaborierte technische Handlung anzusehen. Spielen ließe sich vor diesem Hintergrund weniger als Form «vollständigen technischen Handelns» unter der für die Technik bedeutsamen Annahme „als Mittel und Anlass für Problemlösungen“ (Schlagenhauf 1997, S. 15) deuten, sondern erscheint eher im Sinne des Agierens, des unbewusst motivierten und ohne Zielvorgabe ablaufenden Tuns, was einer verkürzten und entlastenden technischen Handlungsform gleichkäme (vgl. Wiesenfarth 1992).

5 Essentialismus wird verstanden als philosophische Auffassung, wonach Begriffe oder Sachverhalte als richtig oder falsch gelten können, indem sie objektive und unveränderliche Eigenschaften besitzen (Wesenszuschreibung), die sie klar definieren und von anderen abgrenzen lassen (vgl. Kamp 2005).

Bei allen getroffenen und im Modell angeführten Annahmen ist zu bedenken, dass es sich nicht um Grenzphänomene, sondern um typisierte und die technischen Phänomene möglichst treffende Annahmen handelt. Wenn – um ein weiteres Beispiel aus den Rückmeldungen heranzuziehen – das technische Sachsystem von seinem Herstellungs- und Verwendungskontext abgegrenzt werden soll, verkennt dieser Vorschlag die Verwobenheit des Sachsystems mit den auf Herstellungs- wie auf Verwendungsseite erforderlichen Denkleistungen, Handlungsvollzügen und Einrichtungen (vgl. Ropohl 2009, Bienhaus 2008), die ein umfassendes, über das technische Gebilde hinausgehendes Verständnis konstituieren. Insofern kann nicht erfasst werden, welcher Bereich das technische Artefakt hervorbringt und in welchem Bereich es seinen Sinn erfüllt (vgl. Schlagenhaut 2009).

5 Anpassungen des Modells

In der Varianz der Expertinnen- und Expertenmeinungen und der darin enthaltenen breiten Expertise zum Gegenstandsbereich Technik besteht die Chance, berufsübergreifende und doch technikbezogene Schwachstellen im Modell zu identifizieren. Diese betreffen begriffliche wie visuelle Aspekte gleichermaßen. Beispielsweise wurde nach der Rückmeldung der Expertinnen und Experten die Merkmalszuschreibung für technische Objekte erweitert, die Modellpfeile als Bedeutungsträger angepasst sowie die grafische Kennzeichnung des zirkulären Prozesses ergänzt.

Das Modell zum Gegenstandsbereich Technik (Abb. 10) ist weiterhin als ein deskriptives zu verstehen, welches für sich in Anspruch nimmt, hermeneutisch bearbeitete Sachverhalte aus den Theoriebeständen der Allgemeinen Technischen Bildung in einen kohärenten Gesamtzusammenhang zu stellen. Es akzentuiert anhand des vorliegenden Forschungsinteresses, es zeigt somit einen Wirklichkeitsausschnitt. Das Modell ist wie jedes andere in seinem Umfang beschränkt, eine volle Übereinstimmung von Modell und Expertinnen- und Expertenmeinung war weder in Gänze zu erreichen (vgl. Schiemann & Lücken 2014; Bortz & Döring 2006) noch im vorliegenden Zusammenhang angestrebt.

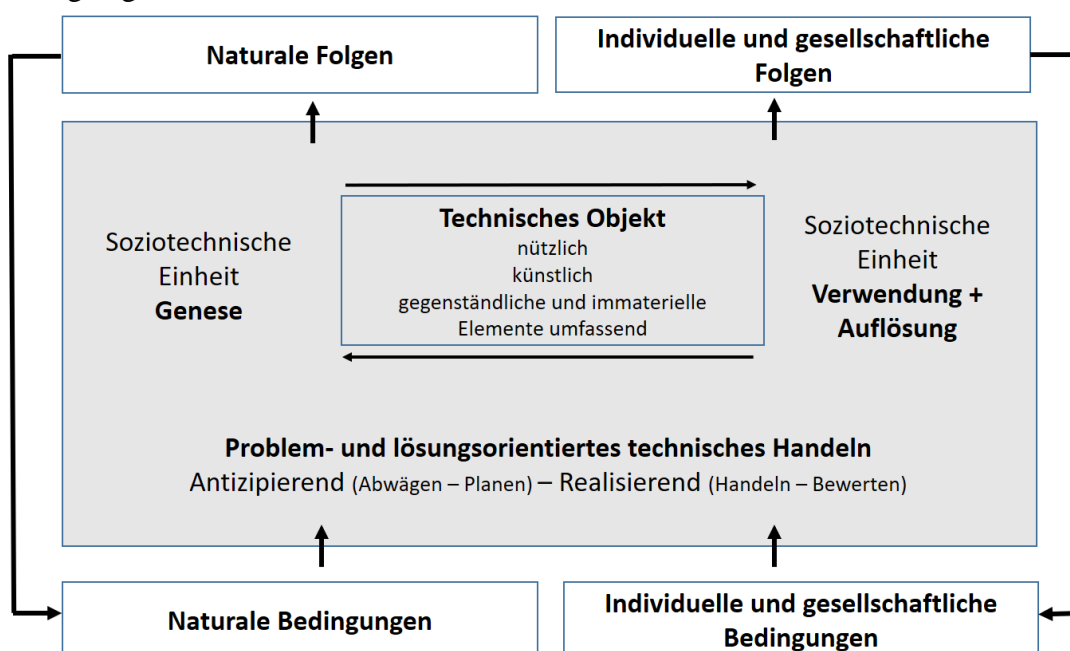


Abb. 10: Inhaltlich validiertes Modell zum Gegenstandsbereich Technik

7 Ausblick

Auf Basis des Modells wird aktuell ein Erhebungsinstrument zur Erfassung des Technikverständnisses von Lehrpersonen der Sekundarstufe I entwickelt, indem die validierten Modellelemente und deren Verbindungen in einen geplanten Korpus von ca. 80 Items überführt werden. Das Erhebungsinstrument soll dann mithilfe eines zweiten Expertenratingverfahrens ($N=20$) inhaltlich validiert und mit einer kleinen Stichprobe ($N=10$) pilotiert werden. Nach allfälliger Überarbeitung wird das Erhebungsinstrument in großer Stichprobe ($N=350$) validiert und mithilfe von Reliabilitäts- und Faktorenanalysen ausgewertet.

Literatur

- Achtziger & Gollwitzer, 2009. Rubikonmodell der Handlungsphasen. In V. Brandstetter (Hrsg.), Handbuch der Allgemeinen Psychologie. Motivation und Emotion. (150-156). Göttingen: Hogrefe.
- Banse, G. (1997) (Hrsg.). Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen. Berlin: Ed.Sigma.
- Baumann, P. (2002). Erkenntnistheorie. Stuttgart: Metzler.
- Bienhaus, W. (2008). Technikdidaktik. Der Mehrperspektivische Ansatz. http://technikunterricht.dgtb.de/fileadmin/user_upload/Materialien/Didaktik/mpTU_Homepage.pdf (17.09.2020)
- Binder, M. (2014). Technisches Handeln. Eine Studie zu einem zentralen Begriff Technischer Bildung. Dissertation. <http://hsbwgt.bsz-bw.de/frontdoor/index/index/docId/147> (18.02.2019)
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bußmann, H. (2002). Lexikon der Sprachwissenschaft. Stuttgart: Kröner.
- Bußmann, H. (2008). Lexikon der Sprachwissenschaft. Stuttgart: Alfred Kröner Verlag.
- DGTB – Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung (Hrsg.). Sammlung von Tagungsbänden von 1996-2020. Karlsruhe: DGTB.
- Eco, U. (1987). Semiotik. Entwurf einer Theorie der Zeichen. München: Fink.
- Fletcher, S., de Vries, M. & Max, C. (2018). Die technische Mündigkeit von Schüler/-innen zum Ende der Sek. I im internationalen Vergleich – Entwicklung eines Testinstruments und erste Ergebnisse. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(4), 30-51.
- Furrer, H. (2009). Das Berner Modell. Ein Instrument für eine kompetenzorientierte Didaktik. Bern: hep.
- Gabriel, G. (2020). Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Von Descartes zu Wittgenstein. Boston: Verlag Ferdinand Schöningh.
- Geißel, B.: Technikbezogenes Lernen in der Sekundarstufe 1. In B. Zinn, R. Tenberg & D. Pittich (Hrsg.), Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme (215-230). Stuttgart: Steiner.
- Grigutsch, S., Raatz, U., & Törner, G. (1997). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematikdidaktik*, 19(1), 3-45.
- Groeben, N. (1986). Handeln Tun Verhalten als Einheiten einer verstehend-erklärenden Psychologie. Wissenschaftstheoretischer Überblick und Programmwurf zur Integration von Hermeneutik und Empirismus. Tübingen: Francke.
- Hattie, J. (2008). Visible Learning. Routledge: London, New York.
- Heckhausen, H. & Gollwitzer, P. (1987). Thought contents and cognitive functioning in motivational versus volitional states of mind. *Motivation and Emotion*, 11, 101-120.
- Heimann, P., Otto, G. & Schulz, W. (1979). Unterricht. Analyse und Planung. Hannover: Schroedel.
- Heitzmann, A. (2013). Modelle verwenden. In P. Labudde (Hrsg.), Fachdidaktik Naturwissenschaften (87-102). Bern Stuttgart Wien: Haupt Verlag.
- Hitzler, R., Honer, A. & Maeder, C. (1994) (Hrsg.). Expertenwissen. Die institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit. Opladen. Westdeutscher Verlag.
- Horstmann, R.P. (1997). Hegels Theorie der bürgerlichen Gesellschaft. In L. Siep (Hrsg.), Grundlinien der Philosophie des Rechts (193-216). Berlin: Akademie Verlag.

- Hüttner, A. (2009). Technik unterrichten. Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel-Verlag.
- Jank, W. & Meyer, H. (2006). Didaktische Modelle. Berlin: Cornelsen.
- Kamp, G. (2005). Essentialismus. In J. Mittelstraß (Hrsg.), Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie (398–404). Stuttgart: Metzler.
- Kehr, H. (2004). Motivation und Volition. Göttingen: Hogrefe.
- Klafki, W. (1963). Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim: Beltz.
- Kornadt, H.-J. (1988). Motivation und Volition. Anmerkungen zur wiederbelebten Willenspsychologie. Archiv für Psychologie, 140, 209-222.
- Marx, K. (1867). Der Produktionsprozess des Kapitals. Hamburg: Deutsches Textarchiv.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Beltz.
- Meuser, M. & Nagel, U. (2013). Experteninterviews. Wissenssoziologische Voraussetzungen und methodische Durchführung. In B. Frierberthäuser, A. Langer & A. Prengel (Hrsg.), Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft (457-472). Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Ogden, C.K. & Richards, I.A. (1923). The meaning of meaning. London: Kegan, Paul, Trench, Trubner.
- Reusser, K. (1999). Konstruktivismus. Vom epistemologischen Leitbegriff zur Erneuerung der didaktischen Kultur. Plenarvortrag anlässlich der 7. Tagung Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie. Freiburg: Deutsche Gesellschaft für Psychologie.
- Ropohl, G. (1979). Zum Technikbegriff eines generalistischen Technikunterrichts. In W. E. Traevert (Hrsg.), Technik als Schulfach. Technikunterricht im Spannungsfeld allgemeiner und beruflicher Bildung. Düsseldorf: VDI, 39-62.
- Ropohl, G. (2007). Karl Marx und die Technik In: Wolfgang König & Helmuth Schneider (Hrsg.). Die technikhistorische Forschung in Deutschland von 1800 bis zur Gegenwart (63-84). Kassel: Kassel University Press.
- Ropohl, G. (2009). Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe: Universitätsverlag.
- Sachs, B. (1979). Skizzen und Anmerkungen zur Didaktik eines mehrperspektivischen Technikunterrichts. In: Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen (Hrsg.). Technik– Ansätze für eine Didaktik des Lernbereichs Technik. Fernstudienlehrgang Arbeitslehre. Studienbrief zum Fachgebiet Technik (41–80). Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen.
- Sachs, B. (2001). Technikunterricht - Bedingungen und Perspektiven. tu - Zeitschrift für Technik im Unterricht, 26(100), 5-12.
- Saussure de, F. (2001). Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft. Berlin: de Gruyter.
- Schlagenhauf, W. (1997). Historische Entwicklungslinien des Verhältnisses von Realschule und technischer Bildung: von den Anfängen bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts. Frankfurt: Lang.
- Schlagenhauf, W. (2001). Überlegungen zum Verhältnis von Technikdidaktik und Technikwissenschaft(en). In B. Sachs & C. Sachs (Hrsg.), Praxis und Theorie in der Technischen Bildung. Villingen-Schwenningen (169-177). o.A..
- Schlagenhauf, W. (2009). Inhalte technischer Bildung. Überlegungen zu ihrer Herkunft, Legitimation und Systematik. In Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung DGTB (Hrsg.), Inhaltsfelder und Themen zeitgemässen Technikunterrichts (21-36). Karlsruhe: DGTB.
- Schlagenhauf, W. (2013). Allgemeine Technische Bildung. Grundzüge, derzeitiger Stand und Entwicklungsperspektiven. In Josef Seiter (Hrsg.), ein/fach Technik. Plädoyers zur Technischen Bildung für alle (17-33). Innsbruck: Studienverlag.
- Schlagenhauf, W. (2016). Allgemeine Technische Bildung heute. In Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung DGTB (Hrsg.). 20 Jahre DGTB. Technische Bildung gestern heute morgen (100-119). Karlsruhe: DGTB.
- Schmayl, W. & Wilkening, F. (1995). Technikunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schmayl, W. (2013). Didaktik Allgemeinbildenden Technikunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Schmiemann, P. & Lücken, M. (2014). Validität – misst mein Test, was er soll? In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung (107-120). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Schöndorf, H. (2014). Erkenntnistheorie. Stuttgart: Kohlhammer.
- Schütz, A. (1972). Der gut informierte Bürger. Gesammelte Aufsätze. Den Haag: Springer Dordrecht, 85–101.
- Seidel, T. (2011). Lehrerhandeln im Unterricht. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf (605 – 629). Münster: Waxmann.

- Sprondel, W. (1979). Experte und Laie. Zur Entwicklung von Typenbegriffen in der Wissenssoziologie. In R. Grathoff (Hrsg.), Alfred Schütz und die Idee des Alltags in den Sozialwissenschaften (140–154). Stuttgart: Enke.
- Stangl, W. (2012). Stichwort Problem. Lexikon für Psychologie und Pädagogik. <https://lexikon.stangl.eu/2869/problem/> (27.07.2020).
- Törner, G. (2002). Mathematical Beliefs – A Search for a Common Ground: Some Theoretical Considerations on Structuring Beliefs. Some Research Questions and Some Phenomenological Observations. In G. C. Leder, E. Pehkonen & G. Törner (Hrsg.), Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education (73-94). Dordrecht: Kluwer.
- Tuchel, K. (1967). Herausforderung der Technik. Gesellschaftliche Voraussetzungen und Wirkungen der technischen Entwicklung. Bremen: Schünemann.
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2007). Bildungsstandards Technik für den Mittleren Schulabschluss. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Wiesenfarth, G. (1992). Zum technischen Handeln als Grundbegriff einer Technikdidaktik. Zeitschrift für Technik im Unterricht, 66., 31-44.
- Wolffgramm, H. (1997). Allgemeine Techniklehre. Hildesheim: Franzbecker.
- Zinn, B. (2014). Technische Allgemeinbildung – Bedeutungsspektrum, Bildungsstandards und Forschungsperspektiven. Journal of Technical Education (JOTED), 2(2), 24-47.
- Zinn, B. (2017): Editorial: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften für Technik –Besonderheiten und Ansatzpunkte für die fachdidaktische Forschung. Journal of Technical Education (JOTED), 5(1), 14-26.

MANUEL HASELHOFFER

Fachhochschule Nordwestschweiz Pädagogische Hochschule Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik
Hofackerstrasse 30 (8. OG Ost)
4132 Muttenz/ CH
manuel.haselhofer@fhnw.ch

PROF. DR. SUSANNE METZGER

Fachhochschule Nordwestschweiz Pädagogische Hochschule Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik
Hofackerstrasse 30 (8. OG Ost)
4132 Muttenz/ CH
susanne.metzger@fhnw.ch

Zitieren dieses Beitrags:

Haselhofer, M. & Metzger, S. (2021). Entwicklung und inhaltliche Validierung eines Modells zum Gegenstandsreich Technik. Journal of Technical Education (JOTED), 9(1), 91–112.