

Lernen in Berufsstrukturen und Fachstrukturen

Ein Versuch Arbeitsprozessorientierung und Fachsystematik in den gewerblich-technischen Fachrichtungen zu verbinden

KURZFASSUNG: Die Diskussion um eine fachsystematische oder handlungssystematische Strukturierung von Lehr-Lern-Prozessen ist in den letzten Jahren stark polarisiert geführt worden. Betrachtet man die historische Entwicklung der Technikwissenschaften und die der gewerblich-technischen Berufsausbildung auch im Hinblick auf die oben genannte Strukturierung der Lehr-Lern-Prozesse, dann wird deutlich, dass beide Ansätze von einem gemeinsamen Gegenstandsbereich ausgehen und zahlreiche Verbindungspunkte für die fach- und handlungssystematischen Strukturen aufweisen, trotz unterschiedlicher Methoden und Zielsetzungen. Die Entwicklungsgeschichte zeigt in besonderer Weise, dass beide Ansätze anfänglich sehr eng miteinander verbunden waren, sich im Laufe der Zeit auseinanderbewegt haben und heute sehr gut wieder integriert werden können. Eine mögliche Verbindung beinhaltet ein ausgeprägtes Reflexionspotenzial, das im Kontext der Lernfeldorientierung und Lehrerbildung fruchtbar genutzt werden kann.

ABSTRACT: In the last years the discussion between a course systematic and action oriented systematic approach for teaching and learning processes has been performed very polarized. Looking at the historical development of technical science and technical vocational education and training (TVET) referring to the different systematic approaches, it is clear that both approaches start from a common subject area with numerous connections but also different aims and methods to focus on. The development history shows in a special way that both approaches were initially connected to each other very closely, have moved apart over time and now can be integrated very well today. An achievable connection delivers a potential to reflect learning outcomes, which can be used in the special context of learning field orientation, as a special paradigm of curriculum used in the dual system vocational schools, and vocational teacher training and education.

1 Einleitung (Ausgangslage)

Mit dem Lernfeldansatz hat die Kultusministerkonferenz (KMK) 1996 Veränderungen im Bereich der beruflichen Bildung ausgelöst, die seitdem für reichhaltige Diskussionen, Reformbemühungen und Widerstände gesorgt haben (vgl. BADER/MÜLLER 2004; SCHOLZ 2009). Mittelpunkt des Lernfeldansatzes ist eine Abkehr von fachsystematischen Strukturierungsansätzen und Inhalten der Rahmenlehrpläne hin zu einer Orientierung an beruflichen Handlungssituationen im Kontext beruflicher Lern- und Arbeitsaufgaben (vgl. EBELING/GRONWALD/STUBER 2001 und HOWE 2002). Diese Forderung hat die KMK konsequent durch mehrmalige Überarbeitung ihrer Handreichungen zur Erarbeitung der Rahmenlehrpläne bestärkt und präzisiert (vgl. KMK 1996, 2000, 2002 und 2011). Indem betriebliche Arbeitsvollzüge und Handlungen in das Zentrum der curricularen und didaktischen Planungen treten, rücken die berufliche Praxis und die erforderlichen Kompetenzen in den Vordergrund. Als Ziel der beruflichen Bildung wird ausdrücklich die berufliche Handlungsfähigkeit genannt, die eine Verbindung von Wissen und Können im Handeln darstellt (vgl. LAUR-ERNST 1984, FISCHER 2002).

Die Befürworter des Lernfeldkonzeptes sehen weitreichende Stärken in dem Ansatz für die berufliche Bildung, Unterrichtsgestaltung und Hochschulausbildung der gewerblich-technischen Wissenschaften (vgl. BADER/SCHÄFER 1998, BADER/SLOANE 2000, RAUNER 2013, ANTONITSCH/RIEDL 2013). So kritisiert der Ansatz die traditionellen Fächerstrukturen, starre Grenzziehungen zwischen einzelnen Wissensbeständen und die isolierten, oft künstlich geschaffenen, Lernarrangements mit kognitivem Schwerpunkt in den traditionellen Ordnungsmitteln sowie deren Umsetzung in betrieblichen wie schulischen Lehr-Lern-Prozessen. Ebenfalls wird das Theorie-Praxis-Verhältnis „entschärft“, indem die berufliche Praxis explizit zum Ausgangspunkt von Bildungsprozessen gemacht wird (vgl. KMK 2011, S. 10). Fischer zeigt in einer seiner frühen Arbeiten, wie bedeutsam die beruflichen Erfahrungen für die Herausbildung eines Arbeitsprozesswissens sind, welche die Grundlage für die berufliche Handlungsfähigkeit darstellen (vgl. FISCHER 2000 und 2006).

Allerdings wirft eine stärkere Kopplung der Lehr-Lern-Prozesse an die berufliche Praxis einige Fragen auf. Wie ist es z. B. um die ökonomische Verwertung von Ausbildung bestellt? Die Handlungssystematik ist stets situationsabhängig und branchenspezifisch, konkret an reale Handlungsvollzüge angelehnt sowie produktbezogen (vgl. REETZ/SEYD 1995, S. 203 ff. und LIPSMEIER 2000, S. 54 ff.). Daraus resultiert leider eine häufige Fehlinterpretation, die eine unzulässige Verkürzung auf eine bloße Anpassungsqualifizierung¹ nach sich zieht. Analysiert man zudem die praktische Anwendung des Lernfeldkonzeptes unter realen Bedingungen in den Berufsschulen, verstärkt sich der Eindruck seiner unzureichenden Umsetzung. TENBERG merkt z. B. an, dass das KMK-Konzept Performancen statt Kompetenzen konkretisiert und benennt eine Reihe weiterer Fragen, die zurzeit nicht zufriedenstellend beantwortet sind (vgl. TENBERG 2010 S. 4 ff.). Der Lernfeldansatz klärt seiner Auffassung nach nicht hinreichend

- die Systematisierung von Wissen,
- die Abfolge und Abstimmung von Lernsequenzen untereinander,
- das berufsfeldbreite Lernen und
- eine umfassende Kompetenzentwicklung (vgl. SCHÄFER/BADER 2000 und TENBERG 2010).

Während fachsystematische Ansätze aus einer „Fachlogik“, d.h. einer an den fachlichen Gegenständen orientierten immanenten meist zweckfreien Logik, das gesamte Fachgebiet systematisieren und scheinbar klare inhaltliche Strukturen für die Lehr-Lern-Prozesse vorgeben, fällt die Strukturierung kontextabhängiger Handlungssituationen um einiges schwieriger. Vorhandene berufswissenschaftliche Ansätze zur Systematisierung handlungslogischer Strukturen greifen auf Ergebnisse der Expertiseforschung zurück (vgl. RAUNER 2002, S. 115) und empfehlen eine „entwicklungslogische“ Strukturierung der Lehr-Lern-Prozesse (vgl. DREYFUS/DREYFUS 1987, BENNER 1997). Über deren Wirksamkeit in Bezug auf die Kompetenzentwicklung liegen aber zurzeit keine ausreichenden Kenntnisse vor, als dass diese verallgemeinert werden könnten.

BRUCHHÄUSER kommt in seiner kritischen Analyse zu dem Ergebnis, dass der Lernfeldansatz vor allem in der didaktischen Fundierung und Umsetzungsempfehlung hohe Defizite aufweist (vgl. BRUCHHÄUSER 2009, S. 430 f.). Der Lernfeldansatz verlas-

1 Anpassung der Qualifikationen der Auszubildenden an die unmittelbar im Betrieb erforderlichen Tätigkeiten

se das Prinzip der Wissenschaftsorientierung und wende sich (fast) ausschließlich dem Situationsprinzip zu. Dadurch löst er die traditionellen Fächerstrukturen der Berufsschule auf und verzichtet bei der Auswahl der Lerninhalte auf eine fachsystematische Vollständigkeit mit der Preisgabe gesicherter Kenntnisstände (vgl. BRUCHHÄUSER 2009, S. 430). NICKOLAUS zeigt in seinen Studien, dass die Fachkompetenz, begründet auf den fachsystematischen Grundlagen, einen wesentlichen Einfluss auf die berufliche Handlungskompetenz von Facharbeitern in gewerblich-technischen Berufen hat und deshalb unverzichtbar ist (vgl. NICKOLAUS 2008, S. 48 ff. und 2012 S. 243 ff.). „Nicht nur das Grundproblem wird damit unterschlagen und durch ein relativ diffuses Ordnungskonstrukt“ (TENBERG 2010, S. 4) ersetzt, sondern auch die Lernzielorientierung wird zugunsten einer tätigkeitsbezogenen Handlungsorientierung abgelöst. All diese Kritikpunkte münden im Ergebnis nach der Forderung das Lernfeldkonzept der KMK grundlegend zu reformieren, nicht auf fachsystematische Elemente zu verzichten und zur Integration von Handeln und Wissen zu kommen (vgl. BRUCHHÄUSER 2009, S. 435 und TENBERG 2010, S. 7).

Betrachtet man parallel zur beruflichen Bildung die Entwicklung der Gewerbelehrausbildung, ergibt sich die Frage nach der Bezugswissenschaft der beruflichen Fachrichtungen. Dabei werden ebenfalls unterschiedliche Meinungen kontrovers vertreten.

Die eine Position kennzeichnet sich durch eine starke Orientierung an der beruflichen Praxis des zukünftigen Tätigkeitsfeldes der Lehrenden (vgl. JENEWEIN/PANGALOS/SPÖTTL/VOLLMER 2006, S. 91 ff.), in der das Arbeitsprozesswissen zentraler Bezugspunkt der Ausbildung von Lehrenden ist. Bezugswissenschaft dieser Lehrerbildung können nur die Berufs(feld-)wissenschaften bzw. die gewerblich-technischen Wissenschaften sein. Sie stellen eine Grundlage für eine Ausbildung der Lehrenden an beruflichen Schulen dar und setzen sich mit den Inhalten, Organisationen, Formen und Gegenständen berufsförmiger Arbeit auseinander. Sie betonen den Bildungsaspekt in der Gewerbelehrausbildung und greifen das Leitziel beruflicher Bildung, die Förderung einer beruflichen Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit im Kontext einer erweiterten Technikperspektive (vgl. RAUNER 1998 und ROPOHL 2009), auf. Damit soll eine Engführung der Bezugswissenschaften in einer Orientierung an den Ingenieurwissenschaften vermieden werden (vgl. MARTIN/PANGALOS/RAUNER 2000, S. 13 ff.).

Die Gegenposition sieht in dem berufswissenschaftlichen Ansatz zahlreiche Probleme. Sie erachtet den Entwicklungsstand der Berufsfeldwissenschaften als unzureichend und befürchtet, dass eine hinreichende technische Kompetenz während des Studiums gefährdet ist (vgl. NICKOLAUS 2010, S. 125). Mit der Reduzierung ingenieurwissenschaftlicher Studieninhalte² und dem starken Bezug auf die Arbeitsprozesse der Facharbeiter als zentrale Referenz der Gewerbelehrausbildung, ist ihrer Ansicht nach die Bereitstellung gesicherten einschlägigen Wissens zu den vielfältigen gegenwärtigen und zukünftigen Tätigkeitsbereichen nicht gewährleistet (vgl. TENBERG 2006 und NICKOLAUS 2010).

Auch hier zeigt sich, dass für beide Positionen zurzeit keine gesicherten Forschungsergebnisse zur Abschätzung differenzierter Effekte unterschiedlicher nationaler Ausbildungsprogramme auf die Kompetenzentwicklung der Studierenden

2 Die als „hoch problematisch“ eingeschätzt wird (vgl. TENBERG 2006)

vorliegen. Deshalb kann die dargestellte Kontroverse gegenwärtig nicht zufriedenstellend aufgelöst werden.

Die Diskussion zeigt auf schulischer, curricularer und hochschulischer Ebene konkurrierende Ansätze zur Systematisierung von Lehr-Lern-Prozessen. Dieser Konflikt stellt sich in der Literatur als Gegensatz von Fachsystematik versus Handlungssystematik in der beruflichen Bildung, der Entwicklung und Gestaltung von Ordnungsmitteln und der Ausrichtung sowie institutionellen Aufstellung der Hochschuldisziplinen im Bereich der Gewerbelehrausbildung und auch der Ingenieurausbildung dar. Anstatt Handlungssystematik wird auch Arbeitsprozessorientierung, Lernfeldorientierung oder Lernfeldkonzept verwendet. Eine eindeutige Begriffsnomenklatur ist nicht vorgegeben.

Vor diesem Hintergrund sollen hier weder die vielfältigen Diskussionsbeiträge mit ihrem Für und Wider einer Fachsystematik bzw. Arbeitsprozessorientierung dargestellt, noch ausgewertet werden. Es soll kein Plädoyer für oder gegen einen Ansatz geben. Stattdessen stellt der Verfasser die historischen Entwicklungslinien beider Ansätze und deren Wurzeln als sinnvoll gewachsene Begründungen in Auszügen dar. Mit Hilfe der historischen Betrachtung soll aufgezeigt werden, wie weitreichende wirtschaftliche, technische und soziale Veränderungen den jeweiligen Ansatz nachhaltig beeinflusst haben. So kann rückblickend verdeutlicht werden, dass die genannten Veränderungen die Ordnung und Systematisierung von Lehr-Lern-Prozessen stets vor neue Herausforderungen gestellt haben und stellen. Im Bereich der gewerblich-technischen Berufe und der Ausbildung sind folgende Trends in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft von Bedeutung:

- Verwissenschaftlichung von Technik, Industrialisierung,
- Auswirkungen der Ressourcenknappheit und Rohstoffsteuerung,
- Ökonomisierung von Arbeit und Bildung im Kontext der Globalisierung,
- Effizienzsteigerung in Produktion und Handel,
- wachsende Durchdringung und Abhängigkeit des alltäglichen Lebens von Technik und Ökonomie.

Der Verfasser plädiert für eine gegenseitige Ergänzung des fachsystematischen und arbeitsprozessorientierten Ansatzes. Dabei geht es nicht um eine additive Zusammenführung der beiden Positionen, weil diese sich gegenseitig für die gleichen Aufgaben, z. B. die Systematisierung von Inhalten, Strukturierung der Curricula, etc. ausschließen. Vielmehr geht der Verfasser von einer „Überlagerung“ der Ansätze aus, die in Lehr-Lern-Prozessen, Curriculumentwicklungen und Hochschulstrukturen zur Anwendung kommen sollen. Das geht weit über die Verbindung von „Theorie und Praxis“ hinaus, weil die Ansätze für sich genommen als legitim anerkannt und beachtet werden und auf einer neuen Ebene zusammengeführt werden. Dadurch, dass beide Ansätze auf gleiche Sachverhalte und Lehr-Lernprozesse gerichtet, aber jeweils durch unterschiedliche Perspektiven gekennzeichnet sind, bieten sich hervorragende Reflexionspotenziale in entsprechenden Lerneinheiten, Lern- und Arbeitsaufgaben sowie Ordnungsmitteln und Hochschulcurricula, die eine gleichzeitige Einordnung in fachwissenschaftliche Strukturen und Berufsstrukturen integrativ ermöglichen.

2 Die Entwicklung fachsystematischer Strukturen in den Technikwissenschaften³

In diesem Kapitel wird die Entwicklung der fachwissenschaftlichen Strukturen in den Technikwissenschaften ausgeführt. Sie sind Vorläufer und zeitweise Leitbild für die gewerblich-technische Berufsausbildung und Lehrerbildung gewesen (vgl. Kap. 3). Die Darstellung beinhaltet die historischen Wurzeln technikwissenschaftlicher Fachrichtungen, ihre Gegenstände und Zielsetzungen, Methoden und Verfahren sowie die Entwicklung der technischen Hochschulen. Weil dies hier in seiner Vollständigkeit weder möglich noch sinnvoll erscheint, liegt der Schwerpunkt der Darstellung auf den Aspekten, die einen Umgang mit Wissen, Erfahrungen, Handeln und Lehr-Lern-Prozessen in den Technikwissenschaften im Allgemeinen tangieren.

2.1 Historische Entstehung der Technikwissenschaften

Die Geschichte der Technikwissenschaften ist untrennbar mit der Geschichte der Technik verbunden (vgl. MAUEL 1991, S. 381 ff.). Bereits in der Antike gab es eine Reihe von praktischen Anwendungen und Verfahren, die auf künstliche Verfahren oder Gegenstände, durch Menschenhand geschaffene Produkte, gegründet waren. Bis weit in das Mittelalter waren die Entwicklung und der Gebrauch von Technik im handwerklichen Rahmen üblich (vgl. MAUEL 1991, S. 391). Dazu zählt die Produktion für den Eigenbedarf oder einen sehr begrenzten persönlich bekannten Kundenkreis und eine auf Erfahrung basierende Berufserziehung sowie Weitergabe von Wissen und Können. Man sprach in diesem Zusammenhang von der Ausübung der Künste, weil die Beherrschung der jeweiligen Handlungen im Wesentlichen auf weitergegebenen Erfahrungen beruhte, die wenig systematisiert und dokumentiert wurden. Betrachtet man die großen Bauwerke der Antike und des Mittelalters, die bis heute Bestand haben (z. B. Brücken oder Kirchenbauten), so zeigt sich, dass die Erfahrungen zu großartigen und technisch anspruchsvollen Leistungen befähigt haben. In dieser Zeit entstanden eine Reihe von Geräten und Apparaturen, Hilfsmitteln und Werkzeugen zur Bewältigung der alltäglichen Arbeiten in Bergbau, Landwirtschaft und handwerklichen Berufen. Trotz teilweise beachtlicher Ergebnisse muss man feststellen, dass eine wissenschaftliche Ordnung und Systematisierung der Verfahren, Methoden und Entwicklungen weitgehend ausblieb.

Eine deutliche Wandlung erhielt diese Entwicklung mit den aufkommenden Naturwissenschaften und der Mathematik zur Zeit der Renaissance. „Schon FRANCIS BACON (1561-1626) hatte ... die Auffassung vertreten, dass die materiellen Lebensumstände durch den geplanten Einsatz von naturwissenschaftlichen Kenntnissen und einer stärkeren wissenschaftsbezogenen Technik verbessert werden könnten“ (TROITZSCH 1991, S. 393). Nach zaghaften Anfängen durch die Londoner Royal Society sowie die Französische Akademie der Wissenschaften, mit einer 1695 verfassten Beschreibung von Produktionsprozessen und Produktionsmitteln der Handwerke, gelang JOHANNES BECKMANN fast 100 Jahre später eine nachhaltige Umsetzung der Forderung BACON'S mit großer Breitenwirkung. Als Professor für Ökonomie in Göttingen veröffentlichte er 1769 das erste Lehrbuch der Landwirthwissenschaften⁴ und 1777

3 häufig auch als Ingenieurwissenschaften bezeichnet

4 unter dem Titel „Grundsätze der deutschen Landwirthschaft“

die erste systematische Gewerbekunde unter dem Titel „Anleitung zur Technologie, oder zur Kenntniß der Handwerke, Fabriken und Manufacturen, vornehmlich derer, die mit Landwirthschaft, Polizey und Cameralwissenschaft in nächster Verbindung stehen. Nebst Beyträgen zur Kunstgeschichte“. Vorbild dafür war die von DITEROT und D'ALEMBERT herausgegebene „Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers“. Technologie war für BECKMANN „die Wissenschaft, welche die Verarbeitung der Naturalien, oder die Kenntniß der Handwerke lehrt. Anstatt daß in den Werksteten nur gewiesen wird, wie man zur Verfertigung der Waaren, die Vorschriften und Gewohnheiten des Meisters befolgen soll, giebt die Technologie, in systematischer Ordnung, gründliche Anleitung wie man zu eben diesem Endzwecke, aus wahren Grundsätzen und zuverlässigen Erfahrungen, die Mittel finden, und die bey der Verarbeitung vorkommenden Erscheinungen erklären und nutzen soll“ (BECKMANN 1777, S. XV). Den Hauptteil des Werkes bilden Beschreibungen von insgesamt 324 Gewerken, an denen BECKMANN exemplarisch Aussagefähigkeit und Methode seines systematischen Ansatzes demonstrierte. Mit dieser Schrift fand nicht nur der Begriff Technologie eine rasche Verbreitung in Deutschland und darüber hinaus, sondern es entstanden eine Reihe von Lehrstühlen, die das Fach Technologie an den Hochschulen etablierten und der Beckmann'schen Systematik folgten. BECKMANN hatte mit seinem Werk die Grundlage geschaffen, die Technologie zu einer Wissenschaft zu befördern, „die Effizienz der Gewerke zu erhöhen, ohne die politischen Strukturen und die handwerkliche Sozialverfassung in Frage zu stellen“ (TROITZSCH 1991, S. 396). Seine Beschreibungen waren durchweg qualitativer Natur. Sie konnten für die beginnende Industrialisierung mit den neu aufkommenden betrieblichen Organisationsformen und neuen Produktionsanforderungen keine direkte und nennenswerte Hilfestellung bieten. Trotz dieser begrenzten Verwendungstauglichkeit für neuere Technologien bildete seine Systematisierung ein Muster für die Strukturierung technischer Probleme und Aufgaben sowie deren Lösung und Bearbeitung, die von vielen seiner Nachfolger an den Hochschulen mit naturwissenschaftlichen, mathematischen und technikwissenschaftlichen Methoden und Theorien verfeinert wurden. Anstelle verbaler Beschreibungen rückten präzise technische Zeichnungen, darstellende Geometrie und/oder mathematische Berechnungen. Die technischen Anforderungen wuchsen mit der Massenfertigung, dem technischen Fortschritt, wie z. B. in der chemischen Technik, Elektrotechnik, (Thermo-) Dynamik und Baustatik und neuen Werkstoffen. Sie waren mit den herkömmlichen Erfahrungen nicht beherrschbar, sinnlich meist unzugänglich und konnten nur „theoretisch“, mathematisch oder analytisch beantwortet werden. Somit war die steigende technische Präzision und Wissenschaftlichkeit ein entscheidender Faktor für die wirtschaftliche Effizienz und den Wohlstand einer Nation (vgl. TROITZSCH 1991, S. 395f.).

Eine parallele Entwicklung zeigte sich im Aufbau eines technischen Bildungswesens, die letztendlich zur Einrichtung und Etablierung zahlreicher technischer Hochschulen, die später größtenteils zu technischen Universitäten ernannt wurden, geführt hat. Wie KÖNIG zeigt, waren die wesentlichen Triebfedern für die Gründung technischer Bildungsstätten zu Beginn des 19. Jahrhunderts der Verwaltungsstaat und die Industriegesellschaft (vgl. KÖNIG 1998, S. 115). Der Verwaltungsstaat beinhaltete militärische, sozialpolitische Interessen und die Ausbildung im technischen Staatsdienst. Die Industriegesellschaft erforderte technische Bildungsstätten im Wesentlichen aus Gründen der Gewerbeförderung im weitesten Sinne (vgl. KÖNIG 1998, S. 118).

Bei der Betrachtung der beruflich-technischen Bildungsanstalten muss zwischen den Niveauebenen und Zielgruppen unterschieden werden (vgl. ALBRECHT 1989, S. 150). Während auf einer unteren Ebene für das einfache Volk Industrieschulen eingerichtet wurden, gab es auf der mittleren Ebene eine Reihe von Fach- und Realschulen, Handelsschulen und gewerblichen Sonntagsschulen. Auf der höheren Ebene lassen sich Militär- und Bergakademien sowie Universitäten mit einem Lehrstuhl im Fach „Technologie“ (z. B. Göttingen) nennen. Die Industrieschulen wurden als Armen- und Erwerbsschulen eingerichtet und versprachen eine mögliche Reduzierung der Unterstützungsleistungen und eine Steigerung der Wirtschaftskraft durch die Verbesserung der wirtschaftlichen Leistung der Bürger. „In Wirklichkeit erhielten die Schüler keine Einführung in die Vielfalt des Arbeitslebens, sondern lediglich eine spezielle Einarbeitung in einen bestimmten Zweig des Erwerbslebens. Direkt umsetzbare Arbeitsfertigkeiten und eine möglichst reibungslose Eingliederung in den Arbeitsprozess standen im Mittelpunkt der Ausbildung“ (ALBRECHT 1989, S. 126). Diesem, aus pädagogischer Sicht, gravierenden Nachteil konnten auch andere Ansätze der Industrieschule wenig entgegensetzen (vgl. ALBRECHT 1989, S. 129). Sie waren nicht als Vorläufer für das höhere technische Bildungswesen geeignet.

Etwas anders sah es bei den Realschulen aus. Sie wurden zur qualifizierten Ausbildung und Erziehung im Handwerksberuf eingerichtet. In den „Real-“ oder „mathematischen Handwerkerschulen“, wie sie auch genannt wurden, bildeten die Mathematik und die „mechanischen Künste“ die wichtigsten Unterrichtsfächer. Der Unterricht wurde so strukturiert, dass Wesentliches und Grundlegendes in den Mittelpunkt gestellt wurde. Ebenso sollte durch Anschauung und experimentelles Arbeiten der Lernprozess der Schüler unterstützt und das selbstständige Denken und Handeln gefördert werden (vgl. ALBRECHT 1989, S. 134). Das Niveau des Unterrichts konnte jedoch der raschen technologischen Entwicklung der Arbeitswelt nicht folgen, so dass eine Reihe von Fachschulen aus den ursprünglichen Realschulen entstanden (vgl. ALBRECHT 1989, S. 136), die stärker der technologischen Entwicklung folgten.

Eine besondere Rolle unter den Fachschulen nahmen die Bau- und Bergschulen ein. Sie entwickelten ein hohes fachliches Niveau und wurden zu Bau- bzw. Bergakademien, die als Vorläufer der technischen Hochschulen angesehen werden können. Gegenstand der Lehre waren Mathematik, Physik, Mechanik und Chemie. Eine Verbindung der praktischen Anwendung im Baugewerbe bzw. Bergbau und der wissenschaftlichen Kenntnisse wurden zum Standard der Akademien, so dass angewandte wissenschaftliche Grundlagen immer stärker die Ausbildung kennzeichneten. Die fortschreitende Industrialisierung im 19. Jahrhundert beschleunigte den Ausbau der Fachschulen zu technischen Hochschulen sowie die Gründung zahlreicher neuer technischer Hochschulen über das gesamte Jahrhundert hinweg. Für den deutschen Sprachraum hatte das Polytechnische Institut in Wien erheblichen Einfluss auf die Strukturen und Ausrichtung der technischen Hochschulen (Berlin, Karlsruhe). Im Gegensatz zur Pariser École Polytechnique verstand man die technische Wissenschaft nicht als angewandte Naturwissenschaft (vgl. MANEGOLD 1989, S. 211) sondern fasste die mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundstudien mit dem höheren technischen Fachunterricht zusammen.

Der Lehrkörper dieser neu gegründeten technischen Hochschulen bestand meist aus erfahrenden Praktikern, die technische Problemlösungen mit wissenschaftlichen Mitteln betrieben und zum Gegenstand der Ausbildung bzw. eines Studiums machten. Zahlreiche einflussreiche Professoren, wie z. B. Prechtl, Redtenbacher,

Karmarsch (vgl. MANEGOLD 1989, S. 216) stellen in ihrer Person und Lehre eine Verbindung von wissenschaftlicher Theorie und anwendungsbezogener Praxis dar (vgl. KÖNIG 2006, S. 203). Auch die Lehrbücher aus der Gründungszeit der technischen Hochschulen zeigen diese enge Verbindung der wissenschaftlichen Ansätze und deren praktische Anwendungen (vgl. HÜTTE 1857, S. V–XII).

Die technischen Hochschulen befanden sich in mehreren Spannungsfeldern. Während sie sich auf der einen Seite von den Fach- und Spezialschulen mit ihrer „bloßen Empirie“ und utilitaristischen Auffassung abzugrenzen versuchten, wollten sie auf der anderen Seite ihren Forderungen nach Gleichstellung mit den humanistischen Universitäten Gehör verschaffen. Die Verteidigung eines eigenen wissenschaftlichen Standards für die Technikwissenschaften, gegenüber dem an Universitäten etablierten Standard, war schwierig, weil die „reinen“, von jeder äußeren pragmatischen Zweckbestimmung freien Wissenschaften an den Universitäten⁵ sich gerade gegen das auf Nützlichkeit ausgerichtete höhere technische Bildungswesen absetzten und ihr Missfallen an der technischen Bildung zum Ausdruck brachten. Es sollte bis zum Ende des 19. Jahrhunderts dauern, bis die Mehrzahl der technischen Hochschulen den Universitäten gleichgestellt wurden und eine Gleichwertigkeit der Ausbildung erzielt werden konnte. Damit einher ging die Aufwertung des Ingenieurberufes (Abschluss Dipl.-Ing.) ebenso wie die Anerkennung des Promotionsrechts (Dr.-Ing.) an technischen Universitäten (vgl. FEDERSPIEL 2011, S. 24). Es bedeutete aber auch eine Angleichung an die Strukturen und Standards von Wissenschaftlichkeit beider Bereiche, insbesondere der Grundlagenforschung, der grundlagenorientierten Lehre und eine Ausweitung des Lehrangebotes an technischen Universitäten auch auf geisteswissenschaftliche Disziplinen (z. B. nichttechnische Wahlfächer).

Fortgeführt wurde die Entwicklung der technischen Hochschulen durch den Prozess der wissenschaftlichen Ausdifferenzierung der technischen Grundlagen- und Spezialdisziplinen, bedingt durch die zunehmende Durchdringung der Produktion und des gesellschaftlichen Lebens mit Technik. Historische Beispiele, wie der Eisenbahnbau oder die Entwicklung von Motoren belegen es ebenso wie die gegenwärtige Computertechnik oder Werkstoffentwicklung im CFK (Carbon-faserverstärkter Kunststoff) -Bereich. Eine Analyse der Einarbeitungszeit von angehenden Ingenieuren (vgl. OELSNITZ/STEIN/HAHMANN 2007 S. 219ff.) und von Standardwerken der Ingenieurausbildung⁶ (vgl. CZICHOS/HENNECKE, 2012, Vorwort) zeigt deutlich, dass das heutige Studium stärker an den wissenschaftlich-theoretischen Grundlagen ausgerichtet ist und der Anwendungs- und Handlungsbezug zunehmend durch die

5 U.a. aufgrund des humboldtschen Bildungsideals und seiner Grundschrift der Universität (vgl. Manegold 1989, S. 210)

6 In dem aktuellen Standardnachschlagewerk „Hütte – Das Ingenieurwissen“ aus dem Jahr 2012 heißt es in der Einleitung: „Die Technik war und ist multidisziplinär. Ingenieure benötigen dementsprechend im Studium und für ihre beruflichen Aufgaben in der produzierenden Wirtschaft, im Dienstleistungsbereich oder im öffentlichen Dienst ein multidisziplinäres Wissen. Die HÜTTE enthält in einem Band – orientiert am Stand von Wissenschaft und Technik und an den Lehrplänen der Technischen Universitäten und Hochschulen – die Grundlagen des Ingenieurwissens, dargestellt in einem „Wissenskreis“ mit vier Modulen:

- (1) Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen
- (2) Technologische Grundlagen
- (3) Grundlagen für Produkte und Dienstleistungen
- (4) Ökonomisch-rechtliche Grundlagen“ (vgl. CZICHOS/HENNECKE 2012, XIII)

berufliche Praxis erst gegeben wird, ein deutliches Indiz für den Abstand klassischer universitärer Ausbildung in den Technikwissenschaften zu ihrem Praxisfeld.

2.2 Gegenstand und Zielsetzung der Technikwissenschaften

Zahlreiche technikwissenschaftliche Literatur betont die Differenz zwischen Technikwissenschaften und Naturwissenschaften (vgl. KORNWACHS 2004, S. 9). Technikwissenschaften sind keine angewandten Naturwissenschaften (vgl. ZWECKBRONNER 1991, S. 377), „mit einer pragmatisch aufgeweichten Methodologie, die sich in der Verwendung heuristischer Regeln anstatt exakter Naturgesetze ausdrückt“ (ZOGLAUER 1996, S. 93). Was aber sind die Technikwissenschaften? Was sind ihre Gegenstände und Ziele?

„Technikwissenschaften schaffen kognitive Voraussetzungen für Innovation in Technik und Anwendung technischen Wissens und legen die Grundlagen für die Reflexion ihrer Implikation und Folgen“ (ACATECH 2013, S. 18). Sie zählen zu den Handlungswissenschaften, welche Wissen erzeugen um praktische Handlungen anzuleiten. „Gegenstand der Technikwissenschaften ist die Technik, verstanden als künstliche, zweckgerichtete und materielle sowie immaterielle Elemente besitzende Objekte und Prozesse“ (ACATECH 2013, S. 18). Technikwissenschaften setzen sich in engerem Sinne mit der Struktur und Funktion der Technik⁷ auseinander. Ein weiterer Technikbegriff betrachtet darüber hinaus die ökologische Dimension und die soziokulturellen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge. Dazu gehören der gesamte Lebenszyklus von Technik, d. h. die Konzeption, Herstellung, Verwendung und Entsorgung bzw. das Recycling. Er ist oftmals hoch komplex und deshalb sind Technikwissenschaften häufig interdisziplinär ausgerichtet.

Die Technikwissenschaften verfolgen auf einer abstrakten Ebene drei Zielgruppen (vgl. GRUNWALD 2004, S. 48f.):

- **Praktische Ziele:** Sie wollen die „Herrschaft über die Dinge“ verbessern, indem sie nach besseren Lösungen suchen (vgl. POSER 2004, S. 180). Sie zielen auf Effizienz ihrer Leistungen und unterstützen „die technische Praxis in Bezug auf Brauchbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Funktionalität u. ä. technische Verfahren, Produkte oder Systeme“ (GRUNWALD 2004, S. 48). Technikwissenschaften sind darum bemüht, eine qualitativ hochwertige Ausbildung für die Tätigkeiten in der technischen Praxis zu sichern. Zentrales Erfolgskriterium für die praktischen Ziele ist die Nützlichkeit der Technikwissenschaften für die Gesellschaft.
- **Epistemische Ziele:** Ziel der Technikwissenschaften ist die Erzeugung, Systematisierung und Vermittlung von Gesetzes-, Struktur- und Regelwissen über Technik (vgl. KORNWACHS 2010, S. 140). „Sie erzeugen Erklärungen und zur Anwendung bestimmtes Wissen“ (ACATECH 2013, S. 19), um technische Handlungsmöglichkeiten zu erweitern. Das technische Wissen umfasst das Sachwissen (know that), Systemwissen über Zusammenhänge (know why), Handlungswissen über Methoden (know how) und Wissen über Wissensquellen (know where) (vgl. LINDEMANN 2004, S. 79).

⁷ Auf eine ausführliche Diskussion des Technikbegriffs wird hier verzichtet. Stattdessen soll der Hinweis auf ROPOHL genügen, der in seinem Werk zwischen einem Technikbegriff mit enger, weiter und mittlerer Reichweite unterscheidet (vgl. ROPOHL 2009, S. 29–30).

- Soziale Ziele: Ausbau der technikwissenschaftlichen Disziplinen durch Spezialisierung und Ausdifferenzierung sowie Veröffentlichung der Ergebnisse zur Stabilisierung der wissenschaftlichen Disziplinen inklusive Vermarktung der Technik.

Mit dem deutlichen Bezug der Technikwissenschaften zur praktischen Anwendung der Erkenntnis ist das Gestalten ein zentrales Merkmal technikwissenschaftlicher Bemühungen (vgl. ROPOHL 2004, S. 32). Technisches Gestalten schafft neuartige Gegenstände, Funktionen und Strukturen, die es zuvor nicht gab und die für das Erreichen entsprechender Ziele entwickelt werden müssen. „Technikwissenschaften bereiten das Wissen vor, das in der technischen Praxis und der konkreten Gestaltung erforderlich ist“ (ACATECH 2013, S. 21).

Die Zielsetzung ingenieurwissenschaftlicher Tätigkeit liegt primär in der Erzeugung von Wissen über Technik zur Herstellung von technischen Geräten, Anlagen, Systemen, Verfahren und Gegenständen. Dabei ist die Herstellung der Gegenstände und Geräte zwar letztendliches Ziel der Tätigkeiten, aber der Ingenieur ist an diesem nur mittelbar in der Entwicklung, Konstruktion, Optimierung beteiligt, solange das Wissen über die technischen Zusammenhänge nicht hinreichend operationalisiert ist und durch handwerkliche oder industrielle Fertigungsprozesse umgesetzt bzw. abgelöst werden kann. Ingenieure entwickeln Problemlösungen und erzeugen „Anleitungen“ (Theorien, Regeln, Verfahrensvorschriften, Bedienungsanleitungen, Montagevorschriften usw.), die für handwerkliche und/oder industrielle Arbeitsprozesse maßgebend sind.

2.3 Methoden und Verfahren der Technikwissenschaften

Wie erreichen die Technikwissenschaften ihre Ziele? Welche Methoden und Verfahren kommen zur Anwendung? Die Methoden der Technikwissenschaften zeichnen sich durch eine große Vielfalt aus. Sie reichen von rational-systematischen bis zu intuitiv-heuristischen Methoden (vgl. ACATECH 2013, S. 19). Eine grobe Unterscheidung kann zwischen Untersuchungsmethoden (für bestehende bzw. vorhandene technische Lösungen) und Entwurfsmethoden (für neue, verbesserte oder optimierte Lösungen) getroffen werden (vgl. BANSE 2004, S. 118f.). Zu den Untersuchungsmethoden gehören: Beobachtung, Messung, Experiment, Simulation und Auswertung von Erfahrungen (vgl. BANSE 2004 S. 118 und DUDDECK 2010, S. 24 u. 29f.). Die Entwurfsmethoden sind sehr viel weniger bestimmt als die Untersuchungsmethoden aufgrund der Offenheit technischer Lösungen. Entwurfshandeln hat das Finden technischer Lösungen zum Ziel und besteht in der Organisation und Generierung von Wissen. Es ist nicht determiniert und kann immer alternative Lösungen enthalten. Entwurfsmethoden führen Wissen zusammen und integrieren es, z. B. in Experimenten und Tests sowie deren Auswertung (vgl. BANSE 2004, S. 119). Häufig sind in diesem Zusammenhang Erklärungsmodelle in praktische Schlussfolgerungen umzusetzen, die durch praktische Interpretationen entstehen. Dies Vorgehen wird als Abduktion bezeichnet und ist typisch für das methodische Vorgehen in den Technikwissenschaften (vgl. HUBIG 2004, S. 131 ff.).

Die Methoden der Technikwissenschaften müssen,

- der Komplexität technischer Anforderungen gewachsen sein,
- eine ganzheitliche Betrachtung gewährleisten und
- eine tätigkeitsbezogene Betrachtungsweise unterstützen (vgl. BANSE 2004, S. 126f.).

Sie sind sehr häufig mathematisiert und formalisiert. Für die Entwicklung von Lösungen ist die Modellierung ein besonders wichtiges Instrument. „Diese müssen ein hohes Maß an Ganzheitlichkeit und Komplexität bewahren, sodass die Anwendungsqualität der Ergebnisse nicht beeinträchtigt wird“ (ACATECH 2013, S. 20).

2.4 Zusammenfassung

Die historische Entwicklung zeigt, dass die Technikwissenschaften aus den praktischen Handwerken und Gewerken entstanden sind und sich im Prozess der Ausdifferenzierung von Gesellschaft und Technik seit der Industrialisierung etabliert haben. Sie haben einen erheblichen Beitrag zur gesellschaftlichen Entwicklung beigetragen, ohne den die Moderne nicht vorstellbar ist. Diese Entwicklung basiert auf der wissenschaftlichen Durchdringung von Technik und der technischen Durchdringung von Wissenschaft. Parallelen gab es in der Entwicklung von neuen Arbeitsformen und eines technischen Bildungswesens. Wenngleich die Entwicklung des technischen Bildungswesens zeitweise weit hinter den Anforderungen der Industrie und in Auseinandersetzung mit den allgemeinbildenden Schulen und Universitäten erfolgte, etablierte es sich im 19. Jahrhundert als ein fester gesellschaftlicher und insbesondere akademischer Bereich. Im Spannungsfeld zwischen den universitären Vorbildern der mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen und der humanistischen Bildungsidee auf der einen Seite und der (industriellen, beruflichen) Praxis auf der anderen Seite mussten die Verfechter der technischen Hochschulen einerseits um die Gleichstellung und vollwertige Anerkennung ihrer Institutionen und Abschlüsse kämpfen und durften andererseits den Anschluss an ihr Praxisfeld nicht verlieren (vgl. WEHLER 1987, S. 501 ff.). Damit erklärt sich die häufig anzutreffende Unterscheidung von (theoretischer) Grundbildung und anwendungsbezogener Fachbildung, die im Studienaufbau vieler Hochschulen bis heute anzutreffen ist und im Rahmen der Bologna-Reform und Kompetenzorientierung in der hochschuldidaktischen Diskussion reformbedürftig, wenn nicht gar problematisch, erscheint. Ebenso ist eine Trennung von technischen Hochschulen und Fachhochschulen auf diese Umstände zurückzuführen. Darin ist das Ringen um eine Verbindung bzw. Trennung von fachsystematischer Theorie und handlungssystematischer Praxis in dem inhaltlichen, curricularen und institutionellen Entstehen und der Entwicklung eines technischen Bildungswesens in Deutschland zu erkennen.

Im Zuge der fortschreitenden Akademisierung im 20. Jahrhundert hat die Spezialisierung und Ausdifferenzierung an den technischen Hochschulen weiter zugenommen. Die modernen Technikwissenschaften haben eigene Methoden und Verfahren entwickelt und sehen die Mathematik und Naturwissenschaften als Hilfswissenschaften zur Lösung ihrer Probleme an.

Der ausgeprägte Bezug zur Praxis hat in den Technikwissenschaften über seine mittlerweile 300-jährige Geschichte sehr deutliche Wandlungen erlebt. Er ist phasenweise mit einem engeren oder weiteren Technikbegriff verknüpft gewesen. Der enge Technikbegriff verzichtet häufig auf die Berücksichtigung der Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge. Technik ist in diesem Sinne allein die gegenständliche Welt der Maschinen und Apparate; nicht menschliches Handeln mit zweckmäßigen Mitteln steht im Vordergrund, sondern das Artefakt (vgl. ROPOHL 2009, S. 30). Damit wird der Praxisbezug unzulässig auf technikimmanente Fragestellungen eingegrenzt, die zu einer isolierten Betrachtung von Regeln, Vorschriften, Funktionen,

Wirkungszusammenhängen in einer Test- bzw. Laborsituation oder einem Modell führen. Ein derartiges Technikverständnis führt zu einem Wissen, das an Sach- bzw. Fachgebieten orientiert ist und aus einer Sach- bzw. Fachlogik abgeleitet wird. Die folgende Abbildung verdeutlicht den strukturellen Aufbau solcher Fachstrukturen.

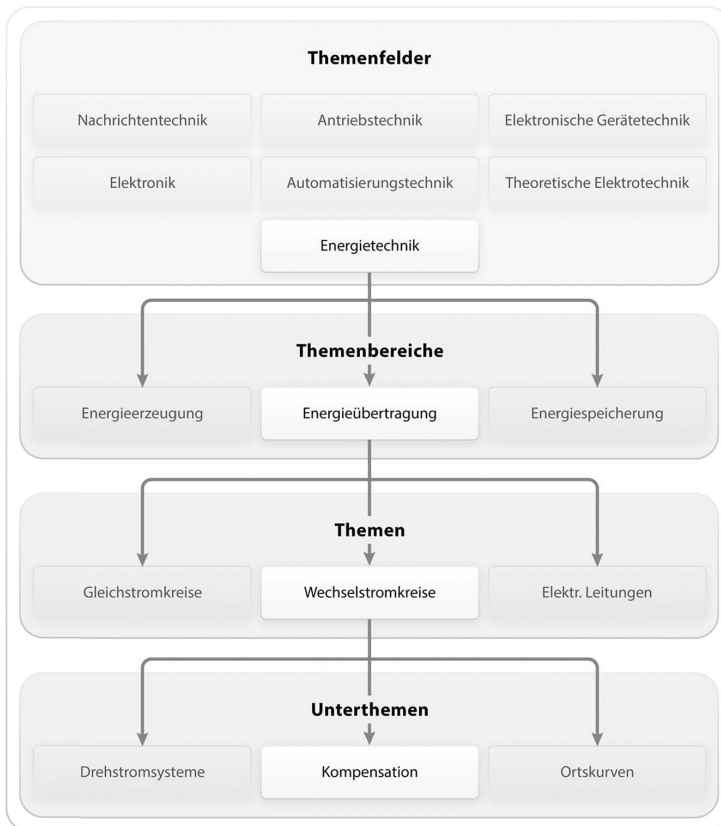


Abb. 1: Aufbau einer Fachstruktur am Beispiel der Elektrotechnik (unvollständig; exemplarisch, um das Prinzip zu verdeutlichen)

Der weite Technikbegriff impliziert hingegen die technische Praxis, also das Handeln der Ingenieure und Nutzer. Handeln bedeutet die Gestaltung und Verwendung neuer Sachsysteme. Es ist stets mit dem Wissen über Technik verbunden. Nicht das Wissen, sondern das Handeln (technologische Praxis) hat die erste Priorität und sollte deshalb im Focus der Wissenstheorie stehen, um eine Verkürzung der Betrachtung zu vermeiden⁸. Dieser weite Technikbegriff war zu Beginn der Technikwissenschaften noch sehr lebendig und handlungsleitend. Mit der Etablierung der Technikwissenschaften an den Hochschulen als „vollwertige“ Wissenschaften

⁸ Eine eingehende Betrachtung des Zusammenhangs von technischem Handeln und Wissen kann hier nicht erbracht werden. Stattdessen muss der Hinweis auf ROPOHL, 2004 S. 33-43 genügen.

in Konkurrenz und Abgrenzung zu den traditionellen Naturwissenschaften, insbesondere der Physik als „Königsweg der wissenschaftlichen Erkenntnis“ (ROPOHL 2004, S. 28), und Mathematik, ging das weite Technikverständnis verloren. Verstärkt wurde diese Entwicklung zweifelsohne durch den Mangel an Selbstreflexion der Technikwissenschaften bezüglich der wissenschaftstheoretischen wie technikphilosophischen Verankerungen (vgl. BANSE 2004, S. 113). Erst in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts mehrten sich Stimmen, dass die wissenschaftlichen Leistungen im Kontext der Entwicklung, Verwendung und Entsorgung – also in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung – zu formulieren und nicht von den Handlungen zu trennen sind (vgl. RAUNER 1988, S. 39, VDI 2000, S. 2 und ROPOHL 2012, S. 136).

3 Die Entwicklung beruflicher Strukturen in der beruflichen Bildung und den gewerblich-technischen Wissenschaften

Dieses Kapitel beschreibt die historische Entstehung beruflicher Strukturen – die untrennbar mit der beruflichen Bildung verknüpft sind – im gewerblich-technischen Bereich. Dabei werden die Funktionen des Berufes und die Merkmale beruflicher Tätigkeiten hervorgehoben. Die Betrachtung zeigt, dass die Entwicklung beruflicher Strukturen unter besonderer Berücksichtigung der beruflichen Bildung von starken Wandlungen gekennzeichnet ist, die auch in der Lehrerbildung zu erkennen sind. Wenngleich die Darstellung nur punktuell Aspekte aufgreifen kann, zeigt sich hier bereits ein deutlicher Unterschied zwischen einem „fachlogischen“ und „berufsllogischen“ Ansatz.

3.1 Historische Entstehung

Die Entwicklung beruflicher Strukturen in einer organisierten Form lässt sich in Deutschland mit den handwerklichen Künsten im Mittelalter verbinden (vgl. STRATMANN 1990, S. 17). Im Rahmen der ständischen Gesellschaften hatten sich einzelne Gewerke (Zimmerer, Bäcker, Maurer, Schmiede, Tischler, usw.) sehr früh im 11. und 12. Jahrhundert in einigen deutschen Städten zum Zwecke der wirtschaftlichen, politischen und sozialen Absicherung gebildet. Sie stellten eine Solidargemeinschaft dar, die ein Handwerk vertrat, die beruflichen Erfahrungen innerhalb ihrer Zunft hütete und von Generation zu Generation weitergab. Wenn in dieser Phase auch nicht von einer systematischen Berufsausbildung im heutigen Sinne gesprochen werden kann, waren zumindest das praktische Arbeitsgebiet und die Weitergabe der Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen im Rahmen einer lebensumfassenden Berufserziehung (vgl. STRATMANN, 1990, S. 17) deutlich abgegrenzt und geregelt.

Die Grenzen der handwerklichen Produktionsformen und der Berufserziehung traten in der Phase der Industrialisierung deutlich zutage (vgl. Kap. 2.1). In ihr entstanden in vielen gewerblich-technischen Bereichen berufliche Anforderungen, die nicht hinreichend durch berufliche Erfahrungen abgedeckt werden konnten und theoretische Kenntnisse erforderten. Neben der Entwicklung der technischen Hochschulen im 19. Jahrhundert – in denen „Theorie“ in einer (fach-) systematischen Weise gelehrt wurde – entstand im 19. Jahrhundert ein vergleichbarer Bedarf auch in der Berufsausbildung nach einem betriebsunabhängigen und öffentlichen Lern-

ort: der Schule (vgl. STRATMANN 1990, S. 16). Damit setzte die Herausbildung einer systematischen Berufsausbildung im heutigen Sinne in Deutschland ein. Sie führte zum Dualen System der Berufsbildung (vgl. GREINERT 2006, S. 500, HERKNER 2003, S. 40 ff. und STRATMANN 1990, S. 17 ff.). Generell zeichnet sich berufliche Bildung durch eine hohe Anbindung an die Arbeitswelt aus, die sowohl für das Handwerk als auch die Industrie gilt.

3.1.1 Entwicklungsphasen in der beruflichen Bildung gewerblich-technischer Ausrichtung⁹

Blickt man auf die jüngere Geschichte der Berufsbildung des letzten Jahrhunderts, so lässt sich ein sehr deutlicher Wandel der unterschiedlichen curricularen Ansätze bzw. Lehrtraditionen in den Lehrplänen und der Lehrerbildung erkennen. FISCHER/GERDS haben in ihrer Studie aus dem Jahr 2000 die historischen Entwicklungsphasen der gewerblich-technischen Berufsausbildung analysiert. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass die Curriculumentwicklung zwischen berufspragmatischen – eher arbeitsprozessorientierten – und fachsystematischen Ansätzen pendelt (vgl. FISCHER/GERDS 2000, S. 87 ff.).

Bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts bildete der sog. Konzentrationsgedanke die Basis der Curriculumentwicklung. Die Kennzeichen dieses Gedankens sind:

- der Beruf des Schülers steht im Mittelpunkt,
- seine gewerbliche Tätigkeit und der Weg zur Meisterschaft ist Ausgangs-, Mittel- und Endpunkt des Unterrichts,
- die handwerklichen Fähigkeiten und die gesellschaftlich-politische Integration sind zu fördern,
- starker Bezug auf die Arbeitsaufgaben in mittelständischen Handwerksbetrieben.

Die berufspragmatische Akzentuierung tritt deutlich hervor (vgl. FISCHER/GERDS 2000, S. 90).

In den 1920er und 1930er Jahren wechselte mit der Rationalisierung und Arbeitsteilung in der industriellen Fertigung (vgl. HERKNER 2003, S. 41) die Curriculumentwicklung zu einer fachsystematischen Struktur. Mit der Einrichtung des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen (DATSCH) wurde mit Hilfe von Ingenieuren die Lehrlingsausbildung nach amerikanischem Vorbild eingeführt, die fachsystematisch aufgebaut wurde (vgl. FISCHER/GERDS 2000, S. 90).

Zu Beginn der 1930er Jahre pendelte sich die curriculare Ausrichtung mit der Frankfurter Methode zwischen Berufspragmatik und Fachsystematik – zur Schaffung eines flexiblen und umstellungsfähigen Qualitätsarbeiters – ein. Die Vermittlung von Zusammenhangs- und Orientierungswissen sowie die Förderung von Anpassungs- und Transferfähigkeit waren wesentliche Merkmale der Berufsausbildung (vgl. FISCHER/GERDS 2000, S. 91).

In der Zeit des Dritten Reiches wurde auf pädagogisch begründete Bildungsziele verzichtet. Die Reichslehrpläne bewegten sich auf einem niedrigen fachsystematischen Niveau. Die berufliche Bildung wurde für politische Zielsetzungen ideologisiert und ein Gleichlauf von Betrieb und Schule hergestellt.

9 Die Analyse beinhaltet nicht die Entwicklung der ostdeutschen Strukturen von 1945 bis 1990 mit ihrem deutlichen Bezug zur polytechnischen Vorbildung

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die Entwicklung des Konzentrationsgedankens und der Frankfurter Methode neu aufgenommen sowie weiterentwickelt. Während einerseits die experimentelle Werkkunde eingeführt wurde, gewannen die ingenieurwissenschaftlichen Bezugswissenschaften im Zusammenhang mit der Verwissenschaftlichung der Lehrerbildung einen immer höheren Stellenwert. Diese Phase der Curriculumentwicklung zeichnet sich berufspragmatisch und fachsystematisch aus (vgl. FISCHER/GERDS 2000, S. 92).

In den 1970er bis 1990er Jahren war eine deutliche Verschiebung mit den funktionalistisch-technokratisch ausgerichteten Rahmenlehrplänen zu erkennen. In den gewerblich-technischen Berufsfeldern wurden Inhalte nach fachlichen und fachwissenschaftlichen Gesichtspunkten aufgelistet und waren überwiegend ingenieurwissenschaftlich determiniert (vgl. FISCHER/GERDS 2000, S. 93).

Seit Anfang der 1990er Jahre wurde mit dem Paradigma der Handlungsorientierung und der Neuordnung der Ordnungsmittel in der beruflichen Bildung, beginnend in der Metall- und Elektroindustrie, der Bezug zur realen Arbeitswelt in die Rahmenlehrpläne deutlich gestärkt. Neben fachlichen Inhalten und Kompetenzen wurden auch soziale, prozessuale und ökologische integriert. Die Ausrichtung kann als berufspragmatisch und handlungslogisch charakterisiert werden.

Mit der Einführung des Lernfeldkonzeptes der KMK 1996 wurde diese Ausrichtung konsequent für alle Neuordnungsverfahren verbindlich verankert und bis heute kontinuierlich ausgebaut. In diesem Zuge wurden Struktur, Inhalte und Prüfungsformen grundlegend überarbeitet und einer deutlichen Arbeitsprozessorientierung unterstellt. Der arbeitsprozessorientierte Ansatz (vgl. RÖBEN 2010, S. 134) betont die Bedeutung beruflicher Erfahrungen (vgl. AK DQR 2011, S. 4) und ist auf die berufliche „Praxis“ in weitestem Sinne ausgerichtet (vgl. KMK 2011, S. 10). In der Handreichung zur Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule von 2011 heißt es: „Gegenüber dem traditionellen fächerorientierten Unterricht stellt das Lernfeldkonzept die Umkehrung einer Perspektive dar: Ausgangspunkt des lernfeldbezogenen Unterrichts ist nicht mehr die fachwissenschaftliche Theorie, Vielmehr wird von beruflichen Problemstellungen [Arbeitsaufträgen; Anm. des Verfassers] ausgegangen, die aus dem beruflichen Handlungsfeld entwickelt und didaktisch aufbereitet werden“ (MKM 2011, S. 10). Damit wird das berufliche Handeln, die Bearbeitung von Arbeitsaufträgen, zentraler Ausgangspunkt der Lehr-Lern-Prozesse (vgl. BADER 2000, S. 35 und KREMER 2011, S. 3). Das BBiG formuliert in § 1 der Novelle von 2011 konform in den Absätzen 2, 3 u. 4 die berufliche Handlungsfähigkeit als Ziel beruflicher Bildung. Sie setzt sich aus den vier Kompetenzen Fach-, Personal-, Methoden- und Sozialkompetenz zusammen (vgl. KMK 2010, S. 15f. und DQR 2011, S. 4f.¹⁰) und markiert den untrennbaren Zusammenhang von Wissen und Können.

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht der Entwicklungsphasen.

10 Wenngleich beide Ansätze terminologisch nicht identisch sind und sich Unschärfen bei der Verwendung und Systematisierung der Kompetenzdimensionen nicht vermeiden lassen (vgl. Frank 2012 und Sloane/Dilger 2012)

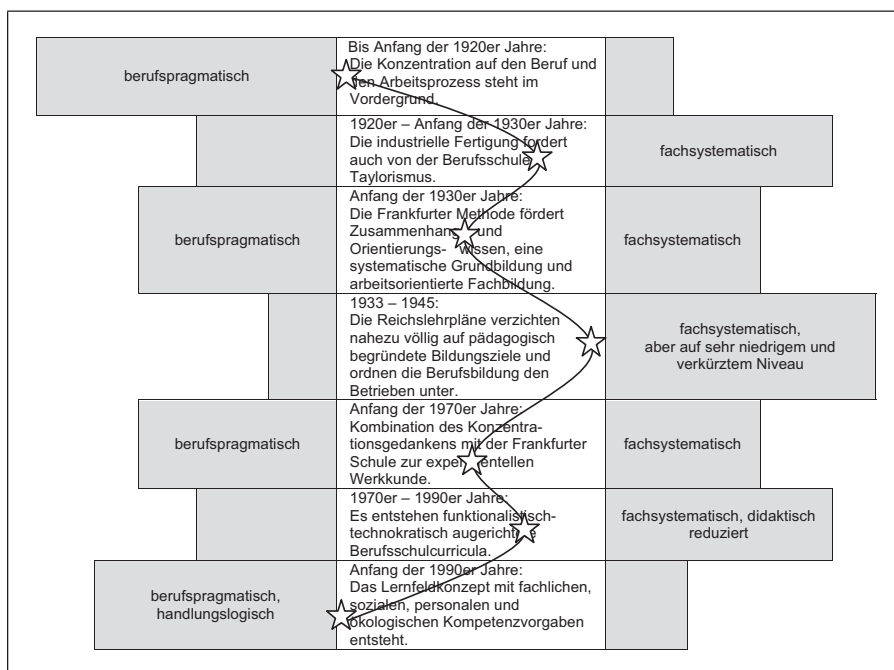


Abb. 2: Phasen der Curriculumentwicklung in der gewerblich-technischen Bildung im 20. Jahrhundert Quelle: FISCHER 2005, S. 12

3.1.2 Entwicklung der Gewerbelehrerausbildung

Eng verbunden mit der Entwicklung der beruflichen Bildung in der gewerblich-technischen Domäne ist die Geschichte der Professionalisierung von Gewerbelehrern¹¹. Auch hier lässt sich ein ähnlicher pendelartiger Verlauf zwischen fachwissenschaftlicher und pädagogisch-berufspraktischer Ausrichtung erkennen (vgl. SCHÜTTE 2011, S. 6 ff.). Zu Beginn des 20. Jahrhunderts stand der Fachmann und Techniker für die Ausbildung der Berufsschullehrer im Vordergrund. Neben Werkstatteerfahrungen (z. B. durch einschlägige Praktika) war ein fachsystematisches Studium an einer Technischen Hochschule zwingende Voraussetzung. Mit der Weimarer Republik verschob sich der Schwerpunkt auf die pädagogische Qualifikation und Ausbildung der Lehrer. Berufsschullehrer sind „Lehrer der Jugend“ (MEHNER 1912, S. 81), keine Techniker, Handwerker oder Kaufmänner. Diese Auffassung setzte sich über das Dritte Reich hinweg bis in die 1960er Jahre fort. Die „vier Aufgaben der Berufsschule“, 1. Vermittlung von Tüchtigkeit; 2. Erziehung zur Verantwortlichkeit; 3. Befähigung zur Urteilsfähigkeit und Empfänglichkeit sowie 4. „prägende Kraft des Berufes“ Gewissen und Glauben lehren (BLÄTTNER/MÜNCH 1965, S. 92 ff.) nach BLÄTTNER/MÜNCH, unterstrichen den berufspädagogisch akzentuierten Erziehungsauftrag und prägten

¹¹ Berufsschullehrer der gewerblich-technischen Fachrichtungen, z. B. Elektrotechnik, Metalltechnik, Bautechnik, ...

die Akademisierung der Gewerbelehrausbildung (vgl. SCHÜTTE, S. 8). Ab Mitte der 1960er Jahre setzte mit der Wissenschaftsorientierung eine Fachorientierung mit eindeutiger Zuwendung zu den Technikwissenschaften ein. Die universitäre Ingenieurausbildung wurde formal und curricular zum Vorbild der Akademisierung der Lehrerbildung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Innerhalb dieser Periode regte sich ab ca. 1990 zunehmend Widerstand gegen die zunehmende Entfernung der gewerblich-technischen Lehrerbildung von ihrem originären Gegenstandsbe- reich. In diesem Kontext entstand 1993 die These, dass die „Suche nach beruflichen Fachrichtungen“ eine Abkehr ... von der Ingenieurwissenschaft als Bezugsdisziplin des Hochschulcurriculums und eine empirisch motivierte Hinwendung zur sog. berufswissenschaftlichen Analyse des Ausbildungsberufes“ (RAUNER 1993, S. 196 ff.) bedeutet. Mit einer fachimmanenten Logik, der Isolierung von Aspekten und einer fehlenden ganzheitlichen Betrachtung aller beruflich relevanten Faktoren und Einflüsse schienen die Technikwissenschaften als Bezugswissenschaften für die beruflichen Fachrichtungen immer problematischer zu werden. So ist es nicht verwunderlich, dass in den Ansätzen eines erweiterten Technikbegriffs (vgl. Kap. 2.2) erste Grund- steine für die Berufswissenschaften zu finden sind. Für die gewerblich-technischen Wissenschaften zeichneten MARTIN/PANGALOS/RAUNER eine detaillierte Entwicklung in dem genannten Spannungsfeld auf (vgl. MARTIN/PANGALOS/RAUNER 2000, S. 13 ff.).

3.2 Gegenstand und Zielsetzung beruflicher Strukturen

Die ständische Berufserziehung war ein Instrument der Zünfte, mit der die beruf- liche Tätigkeit und Ausbildung aufs Engste mit den wirtschaftlichen und sozialen Interessen und Lebensbedingungen verbunden wurde. Insofern handelte es sich bei einer handwerklichen Berufstätigkeit immer um ein soziales Konstrukt, das nicht nur für den Gelderwerb ausgeübt wurde, sondern eine Reihe von Funktionen für die Gesellschaft und das Individuum erfüllt hatte und bis heute erfüllt. Die Befähigung zum handwerklichen Können war bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts¹² ein integraler Bestandteil der handwerklichen Produktion und wurde im Vollzug der Arbeit erwor- ben. Das schaffende Handeln stand und steht im Mittelpunkt der Tätigkeiten und verbindet einzelne Handlungsschritte in einem sinnvollen Gesamtzusammenhang mit entsprechenden Arbeitswerkzeugen und -materialien. Gegenstand der berufli- chen Handlungen ist kurz gefasst die Herstellung, Fertigung und Instandhaltung von Produkten und technischen Systemen sowie Dienstleistungen für diese im Kontext gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und individueller Beziehungen.

Zwar ist der sog. Lebensberuf heute weitgehend verschwunden und auch die ganzheitliche Arbeitsweise bleibt die Ausnahme in industriellen und handwerklichen Berufen, dennoch resümiert DEISSINGER, hat Beruflichkeit, wie sie sich in Deutsch- land etabliert hat, drei zentrale Funktionen, die er „organisierendes Prinzip“ nennt (vgl. DEISSINGER 1998):

1. Integrations- und Sozialisationsfunktion: Berufsausbildung hat die Aufgabe, die nachfolgende Generation in die arbeitsteilig strukturierte Gesellschaft zu integ- rieren (vgl. DEISSINGER 1998, S. 134). Das Berufsprinzip bindet die Individuen an

¹² Dieser Zeitraum korrespondiert nicht zufällig mit der beginnenden Industrialisierung, weil durch sie weitreichende gesellschaftliche und produktionstechnische Veränderungen ausgelöst wurden

die Gesellschaft über die berufliche Bildung und ist eine „Drehscheibe“ zwischen Bildungs- und Beschäftigungssystem (vgl. DEISSINGER 1998, S. 138).

2. Ordnungspolitisch-organisierende Funktion des Qualifizierungsprozesses: Der Beruf markiert ein Qualifizierungsziel. Dies führt zu einer Standardisierung der Qualifizierungsleistungen des Ausbildungssystems. Die Vorstellung des Berufs impliziert, dass über Ausbildungsmaßnahmen nicht nur kurzfristig funktionale Bedürfnisse des Beschäftigungssystems befriedigt werden, sondern eine über den betrieblichen Horizont hinausweisende Dimension der Qualifizierung. Beruflichkeit ist ein Prinzip, welches auf die berufliche Vollständigkeit, Einheitlichkeit und Systematik des Bildungsprozesses abzielt (vgl. DEISSINGER 1998, S. 183).
3. Didaktisch-curriculare Richtgröße und Bezugspunkt des außerschulischen Berechtigungswesens: Beruflichkeit erweist sich als didaktisches Zentrum, das den Ausbildungsprozess pädagogisch vorstrukturiert und inhaltlich an die Berufs- und Arbeitswelt anbindet. Sie ist damit stets handlungs- und situationsbezogen, auf konkrete Arbeitsprozesse hin ausgerichtet und dennoch überbetrieblich und überindividuell. Das Berufsprinzip schützt so in gewissem Maße vor der Zufälligkeit und Beliebigkeit der Ausbildungsgestaltung (vgl. DEISSINGER 1998, S. 205).

3.3 Merkmale und methodisches Vorgehen in beruflichen Strukturen

Das Kennzeichen handwerklicher Produktion, wie sie bis heute noch teilweise erhalten geblieben ist, ist durch überwiegend manuelle Produktion – wenngleich diese heutzutage meist durch Maschineneinsatz ergänzt wird – gekennzeichnet. Der Handwerksbetrieb produziert nicht für den anonymen Markt, sondern hat unmittelbaren Kontakt zu einem konkreten Kunden. Produkte und Dienstleistungsangebote eines Handwerksbetriebes sind auf vielfältige und wechselnde individuelle Wünsche der Kunden ausgerichtet. Auf der Ebene der zwischenbetrieblichen Arbeitsteilung sind Handwerksbetriebe durch eine relativ geringe Fertigungstiefe gekennzeichnet. Die Umsetzung der individuellen und relativ offenen Kundenwünsche erfordert gestalterisch-innovative Aktivitäten (vgl. STRATENWERTH 1992, S. 53).

Im Mittelpunkt der meist kundenorientierten Arbeitsaufgaben steht die Schaffung von Gebrauchswerten, z. B. nutzbaren Gegenständen (Produkten oder Dienstleistungen) (vgl. HÄGELE 2002, S. 81). Die Herstellung von Produkten bzw. Bereitstellung von Dienstleistungen erfolgt situations- und kontextgebunden. Sie ist meist für bekannte Problemstellungen vorgesehen und erfordert nur in seltensten Fällen die Erfindung bzw. Entwicklung neuer technischer Lösungsansätze. Eine Verwissenschaftlichung der Tätigkeiten ist nur in sehr engen Grenzen gegeben und wird durch intensive Anleitungen, z. B. Handlungsanweisungen, Reparatur- und Bedienungsleitfäden, Wartungskatalogen usw. konkretisiert. Entsprechend sind die Methoden und Verfahren in den gewerblich-technischen Berufen wenig mathematisiert sowie formalisiert und auch nicht auf Experimente ausgelegt. Das vorherrschende Prinzip für die Professionalisierung im Handwerk und den Anfängen industrieller Berufsausbildung war die Nachahmung (Vormachen – Nachmachen). Eine Trennung von Theorie und Praxis kannte die ständische Berufserziehung mit dem Prinzip „Imitatio“ nicht (vgl. STRATMANN, 1990, S. 18). Die beruflichen Erfahrungen hatten eine hervorgehobene Bedeutung für das berufliche „Können“.

3.4 Zusammenfassung

Die Entwicklung beruflicher Strukturen hat ihren Ursprung in den handwerklichen Künsten und der handwerklichen (zünftigen) Berufserziehung. Berufliche Anforderungen und die Ausbildung des Nachwuchses wurden stets in überschaubaren Dimensionen aufgrund tradierter Erfahrungen bearbeitet und aufs Engste mit sozialen, individuellen, ökonomischen und politischen Interessen verknüpft. Das Berufskonzept in Deutschland war und ist bis heute mit weiten Lebensbereichen außerhalb der Betriebe und Unternehmen verknüpft. Die Grenzen der jeweiligen Erfahrungen, aufgrund neuer Technologien, Werkstoffe oder ökonomischer Zwänge, führten zu einer wechselseitigen Beeinflussung und Durchdringung handlungssystematischer Ansätze sowie fachsystematischer Ordnungsstrukturen. Für die wechselvolle Geschichte der beruflichen Bildung des letzten Jahrhunderts zeigt sich ein Ringen um das jeweils „richtige Maß“ des einen oder anderen Ansatzes. Dabei ist die Praxis immer wieder Ausgangspunkt und Ziel der beruflichen und technischen Bildung. Es zeigt sich, dass die Verbindung von systematischem Wissen und beruflichen Erfahrungen die Basis für erfolgreiches berufliches Handeln (Können) darstellt.

Strukturiert man die berufliche Domäne, so kann von folgendem Ordnungsschema ausgegangen werden:

Ausgangspunkt sind die Berufsfelder oder Berufsgruppen (vgl. BRETSCHNEIDER/GRUNWALD/ZINKE 2010, S. 12 ff.). Sie werden für ein Fachgebiet (z. B. Metall-, Bau- oder Elektroberufe) gebildet. Eindeutige Zuordnungen lassen sich nicht trennscharf für jeden Beruf vornehmen, wie z. B. die aktuelle Diskussion um den Mechatroniker zeigt (vgl. ZINKE 2013, S. 104). Das Problem der Berufsschneidung stellt aber nicht die Strukturierung in Frage. Innerhalb eines Berufsfeldes werden Berufe zusammengefasst, die durch ähnliche Arbeitsaufgaben, Gegenstände, Arbeitsmittel, und fachliche Anforderungen gekennzeichnet sind (z. B. Elektroniker oder Mechaniker). Jeder Beruf ist durch einzelne Handlungsfelder gekennzeichnet (vgl. BADER 2000, S. 42). Jedes Handlungsfeld enthält mehrere Arbeitsprozesse, die zur Handlungsfeldbeschreibung passen (vgl. HÄGELE 2002, S. 220).

Um hier einem häufigen Missverständnis vorzubeugen: Arbeitsprozesse im hier verwendeten Sinne sind nicht mit realen Arbeitsvollzügen gleichzusetzen. Der Arbeitsprozess ist kein Abbild eines realen Arbeitsauftrages! Er ist ein analytisches Mittel, das zwei Funktionen aufweist:

1. „Der Arbeitsprozess steht in einem sehr engen Verhältnis zu den realen Arbeitsvollzügen beruflicher Facharbeit. Er greift die konkreten Arbeitsergebnisse, Methoden, Werkzeuge und Organisationsformen der Facharbeit mit ihren individuellen, betrieblichen und gesellschaftlichen Bezügen auf. Dabei werden die Arbeitszusammenhänge in ihrer Struktur weitgehend erhalten“ (HÄGELE 2002, S. 77).
2. „Als analytisches Mittel ist der Arbeitsprozess von einer Systematik gekennzeichnet, d. h. die Zuordnung der Phänomene realer Arbeitsvollzüge erfolgt nicht einer zufälligen Konstellation von Arbeitssituationen, sondern kriteriengeleitet“ (HÄGELE 2002, S. 77). Der Arbeitsprozess weist über die realen Arbeitsvollzüge hinaus, indem er Komplexität reduziert, Aspekte hervorhebt und damit Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten aufzeigt. Er erlaubt eine Distanz zur Realität und deren Reflexion ohne die Auflösung von sinnstiftenden Zusammenhängen (vgl. HÄGELE 2002, S. 77).

Korrespondierend zu dieser differenzierten Betrachtung ist das Arbeitsprozesswissen nicht nur ein rezeptartig angewendetes „Know-how“ für die erfolgreiche Bearbeitung eines Auftrages. Eine derartige Verkürzung verbietet sich, weil die reflexive Betrachtung und Gestaltung beruflicher Facharbeit einen viel größeren Kontext in fachlicher, sozialer, personaler und methodischer Hinsicht erfordert als die „bloße“ Anwendung.

Jeder Arbeitsprozess besteht aus einzelnen Handlungsschritten (Tätigkeiten), die zusammen genommen einen sinnvollen Handlungsvollzug ermöglichen. Hierzu können Montieren, Dimensionieren, Messen, Installieren, Justieren, usw. ... gehören. Die folgende Abbildung zeigt den beschriebenen Aufbau der Berufsstruktur im Kontext der Handlungssystematik.

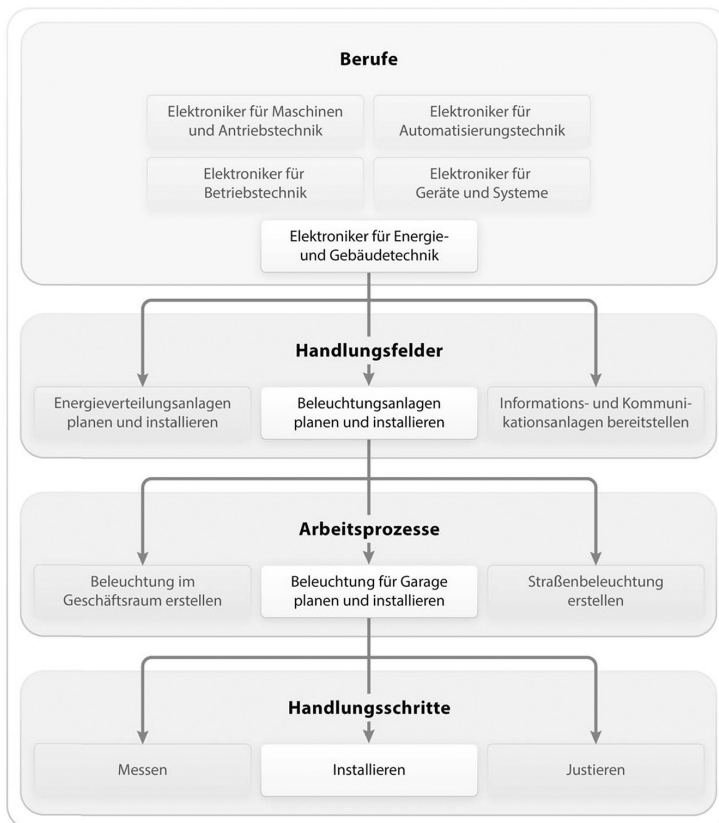


Abb. 3: Aufbau einer Berufsstruktur am Beispiel des Berufsfeldes der Elektroberufe (unvollständig; exemplarisch, um das Prinzip zu verdeutlichen)

4 Zusammenführung der Strukturen in Lehr-Lern-Prozessen

Die Untersuchung von Berufs- und Fachstrukturen führt zu unterschiedlichen Entwicklungslinien in der Berufsbildung und Hochschulbildung. Die historische Entwicklung zeigt, dass eine gegenseitige Abgrenzung nur zu einer kontraproduktiven

Polarisierung führt. Es gilt also die Eigenständigkeit und Ergänzungsbedürftigkeit beider Strukturierungsansätze zu akzeptieren und konstruktiv zu verbinden; einen Mittelweg zu finden, der nicht den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ darstellt. Ein solches Ergebnis kann den Ansprüchen gegenwärtiger und zukünftiger Berufs- und Hochschulbildung in den gewerblich-technischen Fachrichtungen gerecht werden. Es sind die Schwächen der Ansätze (z. B. träges Wissen, Stofffülle, enger Situationsbezug, Anpassungsqualifizierung usw. (vgl. HACKER 2005, S. 17) zu vermeiden und die Stärken (Systematisierungsschemata, Theorieaspekte, Abstraktion, Anwendungsbezüge, Sinnhaftigkeit von Handlungen, Kompetenzförderung, usw.) zu nutzen. Aber wie kann eine Verbindung hergestellt werden?

Bezugspunkt eines verbindenden Ansatzes ist die berufliche bzw. fachliche Aufgabe/Problemstellung. Ihre Bearbeitung erfordert ein strukturiertes Vorgehen, das mit dem Handlungszyklus umfassend dargestellt und geordnet werden kann. Die einzelnen Handlungsschritte lassen sich aus der Verbindung von Wissen/Kenntnissen und Fähigkeiten/Fertigkeiten durchlaufen, d. h., der Handlungsvollzug erfordert neben den manuellen Ausführungen und Operationen (Fach-)Kenntnisse und (Fach-)Wissen, das unmittelbar zur Problemlösung bzw. Aufgabenbearbeitung notwendig ist. Dabei ist die Handlungssituation/Problemstellung Ausgangspunkt und der Handlungsverlauf das strukturierende Moment.

Diese Handlungsstruktur erfordert eine integrative fachsystematische Erklärung als Ergänzung, damit die Handlungsschritte nicht zur „bloßen Ausführung“ reduziert werden, sondern Handeln und Verstehen ineinander greifen. Jeder Handlungsschritt soll verstanden und reflektiert sein. Dabei begleitet die Fachstruktur die Handlungen, übersteigt die konkrete Handlungssituation und weist möglicherweise auf weitere Handlungsalternativen oder Lösungsoptionen hin, die in der konkreten Handlungssituation zunächst nicht in Betracht gezogen bzw. erkannt wurden.

Die Verbindung von Fach- und Handlungssystematik soll hier in einer Abbildung am Beispiel einer elektrotechnischen Aufgabe verdeutlicht werden. Die linke Abbildungshälfte markiert den handlungssystematischen Ansatz. In ihm werden die prozessualen Zusammenhänge ausgewählter Arbeitshandlungen im Kontext von Berufen thematisiert und visualisiert. Sie ermöglichen einen Aufbau sinnstiftender Zusammenhänge. Im Rahmen beruflicher Handlungsfelder, die in ihrer Verbindung zum Beruf markiert werden, kann eine Auswahl von mehreren Arbeitsprozessen erfolgen und hervorgehoben werden. Es ist möglich, dass Arbeitsprozesse mehreren Handlungsfeldern zugeordnet werden können und Handlungsfelder wiederum mehreren Berufen. Jeder Arbeitsprozess selber enthält eine Reihe von Handlungsschritten, die durch entsprechende Kompetenzen (nicht Performancen!) geplant, gestaltet, bearbeitet und reflektiert werden können. So bildet die berufliche Aufgabenstellung den Ausgangspunkt für die Lehr-Lern-Prozesse und knüpft an die eingangs erwähnte Handreichung der KMK an (vgl. KMK 2011, S. 10). Handlungstheoretisch können die Verbindungslinien in Anlehnung an AEBLI als eine Verknüpfung von Denken als Ordnen des Tuns aufgegriffen werden (vgl. AEBLI 1980 und 1981), die Theorie und Praxis im Handeln verbinden sowie Fachkompetenz in doppeltem Sinne fördern: In fachübergreifender und berufspraktischer Weise. So lassen sich alternative (technische) Lösungen entdecken und Gestaltungsmöglichkeiten der Arbeitswelt aus fachlicher Perspektive im beruflichen Kontext nutzen. Technisch können die Verbindungen durch geeignete Software mit Hyperlinks, ähnlich einer Vernetzung von Webseiten, hergestellt werden.

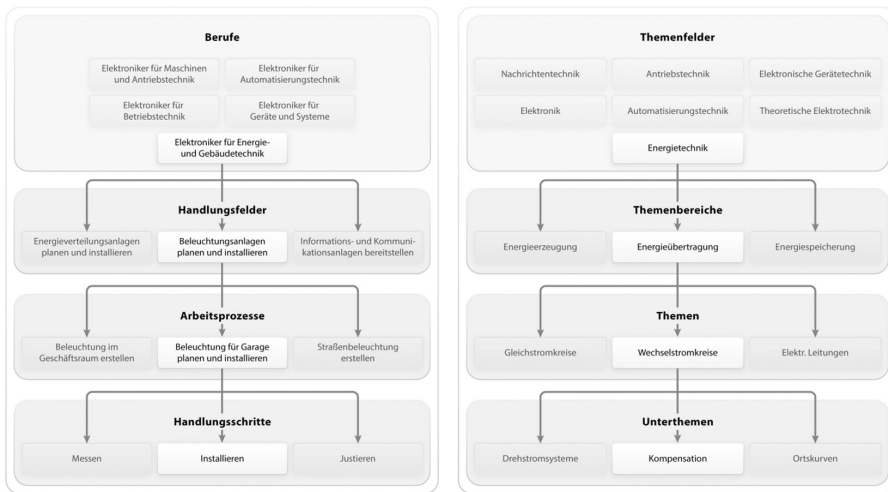


Abb. 4: Verbindung von Berufs- und Fachstrukturen mittels Visualisierung

Auf der rechten Seite wird der fachsystematische Zusammenhang visualisiert. Einzelne Themen werden größeren Themenbereichen zugeordnet, die wiederum in die Themenfelder des Fachgebietes (z. B. Elektrotechnik) eingeordnet werden. Die Verbindungen lassen sich ebenfalls übersichtlich visualisieren und von einzelnen Unterthemen in ihren Zusammenhängen entfalten. Diese Einbettung in größere Fachstrukturen verhindert eine isolierte Betrachtung von Technik und zeigt den meist interdisziplinären Charakter moderner Fachstrukturen auf.

Eine Verknüpfung der linken und rechten Abbildung, in der die Handlungssystematik Ausgangspunkt der Lehr-Lern-Prozesse darstellt und mit den fachlichen Themen verbunden wird, kann durch ein Instrument unterstützt werden, das die fachlichen Aspekte und Zusammenhänge für ausgewählte Handlungsschritte hervorhebt und dem Nutzer Möglichkeiten bietet, fachliche Themen in beruflichen Strukturen oder umgekehrt zu rezipieren. Diese Verbindung bietet erste Ansatzpunkte für eine systematische Reflexion und wechselseitige Ergänzung. Sie hebt die prozessualen Handlungszusammenhänge mit einem weiten Technikbegriff hervor. Die berufliche Handlungsfähigkeit steht somit im Zentrum und verbindet Wissen und Können. Es lässt sich eine Verbindung mit der fachlogischen Struktur herstellen, die Themenbereiche bzw. Themen und fachliche Zusammenhänge beinhaltet. Umgekehrt können aus der fachlichen Struktur Bezüge zu den korrespondierenden Handlungen erfolgen.

Die Verbindung beider Ansätze schafft auf einer neuen Ebene Reflexionsmöglichkeiten, die in der wechselseitigen Verschränkung gegeben sind. Hierzu gehören:

- die integrative Verbindung von Anwendungsbezügen mit theoretischen Ansätzen, die eine Begründung und Legitimation für berufliche Handlungen liefern. Damit kann es gelingen, den unmittelbaren Situationskontext zu abstrahieren und auf allgemeingültige Zusammenhänge zu transformieren. Umgekehrt lassen sich die Rahmenbedingungen von Theorien im Anwendungskontext sowie deren Tragweite besser erfassen.

- die Exemplarizität und Repräsentativität von Lehr-Lern-Prozessen zu betonen, weil die Auswahl von Themen, Inhalten und Kompetenzen niemals vollständig sein kann und immer die Frage gestellt werden muss, was für eine Ausbildung, ein Studium, einen Beruf repräsentativ, exemplarisch und damit relevant – im Sinne der Bildung – ist. Dabei spielt die Verwendung der korrekten Fachbegriffe und -sprache sowie die (technische) Sach- und Funktionslogik ebenso eine bedeutende Rolle wie das Verständnis notwendiger Handlungslogik und deren Entschlüsselung (vgl. HERKNER 2011, S. 2).

Ohne hier auf ein fertiges didaktisch-methodisches Konzept oder gar eine passende Lern- oder Handlungstheorie verweisen zu können, welche das Ineinandergreifen der Strukturen näher beschreibt und legitimiert, ist der Autor davon überzeugt, dass sich auf diesem Weg eine Brücke über die eingangs beschriebenen Gegensätze (vgl. Kap. 1) bauen lässt. Der parallele Aufbau von Fach- und Berufsstrukturen ist zum Beispiel in der Kompetenzwerkstatt 1.0 von HOWE/KNUTZEN für den Beruf des Elektroniklers umgesetzt worden (vgl. HOWE/KNUTZEN 2007). Dabei werden Handlungssituationen und Fachinhalte vom Einfachen zum Komplexen und von den Grundlagen bis zur Spezialisierung verknüpft.

5 Fazit

Die historische Entwicklung der gewerblich-technischen Bildung zeigt zwei Wege der Systematisierung auf, die für sich genommen sinnvoll sind. Dabei können die fachwissenschaftliche und berufstypische Orientierung und Systematisierung von gleichen technischen Gegenständen (Aufgaben) ausgehen und dennoch unterschiedliche Ziele verfolgen sowie Methoden verwenden. Eine rein äußerliche Betrachtung der Arbeitsgegenstände in Bildungsprozessen führt hier nicht weiter. Eine Verkürzung bzw. Betonung eines Ansatzes beinhaltet die Gefahr einer zu vermeidenden Polarisierung. Problematisch könnten sich hier die zeitlichen, inhaltlichen Kürzungen oder personellen und finanziellen Einsparungen in Berufsschulen und Hochschulen auswirken.

Technische Entwicklungen, ökonomische Zwänge und didaktische Anforderungen erfordern eine offene wissenschaftlich begründete und wirksame Berufs- und Hochschulbildung, die in einer immer stärkeren Durchdringung der Lebenswelt mit Technik Orientierung für verantwortliches Handeln gibt und eine (berufliche) Handlungsfähigkeit fördert. Eine erfolgreiche Curriculumentwicklung, Kompetenzerfassung, Unterrichts- und Seminargestaltung sowie Lehrer- und Ingenieurausbildung werden in den gewerblich-technischen Berufen und Fachrichtungen nicht umhin kommen, beide Systematisierungswege aufzugreifen und sich immer wieder auf den Weg zu machen, Wissen und Können zu verbinden. Die Geschichte der Berufsbildung, Gewerbelehrausbildung und Ingenieurausbildung liefert dafür gute Gründe und ermutigt uns.

6 Literaturverzeichnis

- Acatech (Hrsg.): Technikwissenschaften. Erkennen – Gestalten – Verantworten (acatech IMPULS). Springer Verlag. Heidelberg 2013
- Aebli, H.: Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd. 1: Kognitive Aspekte einer Handlungstheorie. Klett-Cotta Verlag. Stuttgart 1980

- Aebli, H.: Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd. 2: Denkprozesse. Klett-Cotta Verlag. Stuttgart 1981
- Albrecht, H.: Die Anfänge des technischen Bildungswesens. In: Hermann, A.; Dettmering, W. (Hrsg.): Technik und Kultur. darin: Boehm, L. und Schönbeck, Ch. (Hrsg.): Technik und Bildung. Bd. 5, VDI-Verlag. Düsseldorf 1989, S. 118–153
- Antonitsch, M.; Riedl, A.: Unterrichtsentwicklung in Lernfeldern. In: lernen & lehren. Heft 111. 28. Jahrgang 3/2013, S. 119–126
- Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen: DQR – Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. 22. März 2011
- Bader, R.: Konstruieren von Lernfeldern. Eine Handreichung für Rahmenlehrplanausschüsse und Bildungsgangkonferenzen in technischen Berufsfeldern. In: Bader, R.; Sloane, P. F. E. (Hrsg.): Lernen in Lernfeldern. Theoretische Analysen und Gestaltungsansätze zum Lernfeldkonzept. Eusl Verlag. Markt Schwaben 2000, S. 33–50
- Bader, R.; Müller, M. (Hrsg.): Unterrichtsgestaltung nach dem Lernfeldkonzept. Bielefeld 2004
- Bader, R.; Schäfer, B.: Lernfelder gestalten. Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch strukturierten Lernsituation. In: Die berufsbildende Schule (BbSCH), Jg. 50 (1998), H. 7–8, S. 229–234.
- Bader, R.; Sloane, P. (Hrsg.): Lernen in Lernfeldern. Theoretische Analysen und Gestaltungsansätze zum Lernfeldkonzept. Markt Schwaben 2000.
- Banse, G.: Zu den Methoden der Technikwissenschaften. In: Banse, G; Ropohl G. (Hrsg.): Wissenskonzpte für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. VDI-Verlag. Düsseldorf 2004, S. 113–130
- BBiG – Berufsbildungsgesetz. Stand: Zuletzt geändert durch Art. 24 G v. 20.12.2011 I 2854. Berlin 2011
- Beckmann, J.: Anleitung zur Technologie, oder zur Kenntniss der Handwerke, Fabriken und Manufacturen, vornehmlich deren, die mit Landwirthschaft, Polizey und Cameralwissenschaft in nächster Verbindung stehen. Nebst Beyträgen zur Kunstwissenschaft. Göttingen 1777
- Benner, P.: Stufen zur Pflegekompetenz. From Novice to Expert. Bern 1997
- Blättner, F.; Münch, J.: Pädagogik der Berufsschule. Quelle & Meyer Verlag. Heidelberg 1965
- Bretschneider, M.; Grunwald, J.-G.; Zinke, G.: Wie entwickelt man eine Berufsgruppe? Ein mögliches Strukturkonzept. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP). 39. Jahrgang, Heft 4/2010, S. 12–15
- Bruchhäuser, H.P.: Lernfeldkonzept in der beruflichen Bildung – Absicht und Realität. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. 105. Band, Heft 3, Franz Steiner Verlag. Stuttgart 2009, S.428–435
- Czichos, H.; Hennecke, M. (Hrsg.): Hütte – Das Ingenieurwissen. 34., aktualisierte Auflage. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg. 2012
- Deißinger, Th.: Beruflichkeit als „organisierendes Prinzip“ der Deutschen Berufsausbildung. Markt Schwaben 1998
- „Die Hütte“ (Hrsg.): Des Ingenieurs Taschenbuch. Zweiter Theil. Maschinenbau und Technologie. Verlag von Ernst & Korn. Berlin 1857 (Reprint nach der 1. Auflage, Berlin 2007)
- Dilger, B.; Sloane, P. F. E.: Kompetenzorientierung in der Berufsschule. Handlungskompetenz in den Versionen der Handreichungen der KMK zur Entwicklung lernfeldorientierter Lehrpläne. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP). 41. Jahrgang, Heft 4/2012, S. 32–35
- Dreyfus, H.L.; Dreyfus, ST. E.: Künstliche Intelligenz. Rowohlt Verlag. Reinbek bei Hamburg 1987
- Duddeck, H.: Aus Schaden wird man klug ...? Wie Technik Wissen gewinnt. In: Kornwachs, K. (Hrsg.): Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen. Springer Verlag. Heidelberg 2010, S. 17–36
- Ebeling, U.; Gronwald, D.; Stuber, F. (Hrsg.): Lern- und Arbeitsaufgaben als didaktisch-methodisches Konzept : Arbeitsbezogene Lernprozesse in der gewerblich-technischen Ausbildung. Bertelsmann Verlag. Bielefeld 2001

- Federspiel, R.: Der Weg der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Springer Verlag. Berlin/Heidelberg 2011
- Fischer, M.: Von der Arbeitserfahrung zum Arbeitsprozesswissen. Rechnergestützte Facharbeit im Kontext beruflichen Lernens. Leske + Budrich. Opladen 2000
- Fischer, M.: Die Entwicklung von Arbeitsprozesswissen durch Lernen im Arbeitsprozess: theoretische Annahmen und empirische Befunde. In: Fischer, M.; Rauner, F. (Hrsg.): Lernfeld: Arbeitsprozess. Ein Studienbuch zur Kompetenzentwicklung von Fachkräften in gewerblich-technischen Aufgabenbereichen Nomos-Verl.-Ges., Baden-Baden 2002, S. 53–86
- Fischer, M.: Arbeitsprozesswissen. In: Rauner, F. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bertelsmann, Bielefeld 2006, S. 308–315
- Fischer, M.; Gerds, P.: Lernfeldorientierung in der aktuellen Modellversuchsforschung und ihre historischen Wurzeln in curricularen Ansätzen der gewerblich-technischen Berufsausbildung. In: Lipsmeier, A. Pätzold, G. (Hrsg.): Lernfeldorientierung in Theorie und Praxis. ZBW, Beiheft 15, 2000, S. 87–100
- Frank, I.: Start frei für die kompetenzorientierte Gestaltung der Ordnungsmittel? Konsequenzen des DQR für die Ordnungsarbeit. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP). 41. Jahrgang, Heft 4/2012, S. 49–52
- Greinert, W.-D.: Geschichte der Berufsausbildung in Deutschland. In: Arnold, R.; Lipsmeier, A. (Hrsg.): Handbuch der Berufsbildung. Wiesbaden 2006, S. 499–508
- Grunwald, A.: Wissenschaftstheoretische Perspektiven auf die Technikwissenschaften. In: Banse, G; Ropohl G. (Hrsg.): Wissenskonzepete für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. VDI-Verlag. Düsseldorf 2004, S. 47–64
- Hacker, W.: Wandel der Arbeit in einer informatisierten Arbeitswelt – Chancen, Probleme. In: Pangalos, J.; Spöttl, G.; Knutzen, S.; Howe, F. (Hrsg.): Informatisierung von Arbeit, Technik und Bildung. Eine berufswissenschaftliche Bestandsaufnahme. Lit Verlag. Münster 2005, S. 15–33
- Hägele, Th.: Modernisierung handwerklicher Facharbeit am Beispiel des Elektroinstallateurs. Staatsbibliothek Hamburg: <http://www.sub.uni-hamburg.de/disse/787/dissertation.pdf>. Hamburg 2002
- Herkner, V.: Deutscher Ausschuss für Technisches Schulwesen. Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung metalltechnischer Berufe. Verlag Dr. Kovač. Hamburg 2003
- Herkner, V. Zur Theorie und Praxis von Lern- und Arbeitsaufgaben. In: berufsbildung – Zeitschrift für Praxis und Theorie in Schule und Betrieb. Heft 127, 2011, S. 2
- Howe, F.; Heermeyer, R.: Lern- und Arbeitsaufgaben für eine gestaltungsorientierte Berufsbildung. Christiani Verlag. Konstanz 2002
- Howe, F. ; Knutzen, S.: Kompetenzwerkst@tt. Ein berufswissenschaftliches E-Learning-Konzept. Cuvillier Verlag Göttingen. 2007
- Howe, F. ; Knutzen, S.: Beschreiben von Beruflichen Handlungsfeldern. Band 3. In: Howe, F.; Knutzen, S.: Kompetenzwerkst@tt – Praxisorientiert ausbilden! Christiani Verlag Konstanz. 2011
- Hubig, Ch.: Abduktion als Strategie des Problemlösens – Naturwissenschaftliche und technische Wissensbildung. In: Banse, G; Ropohl G. (Hrsg.): Wissenskonzepete für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. VDI-Verlag. Düsseldorf 2004, S. 131–153
- Jenewein, K.; Pangalos, J.; Spöttl, G.; Vollmer, T.: Realität und Perspektiven für das Universitätsstudium von Lehrkräften gewerblich-technischer Fachrichtungen. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 102. Band, Heft 1, Franz Steiner Verlag. Stuttgart 2006, S. 91–103
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der

- Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe (Stand 09.05.1996). Bonn 1996
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe (Stand 15.09.2000). Bonn 2000
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe (Stand 07.11.2002). Bonn 2002
- KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe (Stand 23.09.2011). Bonn 2011
- König, W.: Zwischen Verwaltungsstaat und Industriegesellschaft – Die Gründung höherer technischer Bildungsstätten in Deutschland in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts. In: Borck, C. (Hrsg.): Berichte zur Wissenschaftsgeschichte. 21. Jahrgang. Weinheim 1998, S. 115–122
- König, W.: Vom Staatsdiener zum Industrieangestellten: Die Ingenieure in Frankreich und Deutschland 1750–1945. In: Kaiser, W.; König, W. (Hrsg.): Geschichte des Ingenieurs – Ein Beruf in sechs Jahrtausenden. Hanser-Verlag. München 2006, S. 179–231
- Kornwachs, K.: Strukturen technischen Wissens – Versuch einer Einleitung. In: Banse, G.; Ropohl, G. (Hrsg.): Wissenskonzepte für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. VDI-Verlag. Düsseldorf 2004, S. 7–24
- Kornwachs, K.: Logische Strukturen technischen Wissens – Zur Wissenschaftstheorie der Technikwissenschaften. In: Kornwachs, K. (Hrsg.): Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen. Springer Verlag. Heidelberg 2010, S. 137–157
- Kremer, M.: Lernen im Arbeitsprozess – Zukunftsmodell mit Entwicklungspotenzial! In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP). 40. Jahrgang, Heft 1/2011, S. 3
- Laur-Ernst, U.: Entwicklung beruflicher Handlungsfähigkeit: theoretische Analyse und praktische Konsequenzen für die Berufsausbildung. Frankfurt am Main 1984
- Lindemann, U.: Wissenskonzept für die Ingenieurpraxis – aus Sicht der Produktentwicklung. In: Banse, G.; Ropohl, G. (Hrsg.): Wissenskonzepte für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. VDI-Verlag. Düsseldorf 2004, S. 65–80
- Lipsmeier, A.: Systematisierungsprinzipien für berufliche Curricula. In: Lipsmeier, A.; Pätzold, G. (Hrsg.): Lernfeldorientierung in Theorie und Praxis. ZBW, Beiheft 15, 2000, S. 54–71
- Manegold, K.-H.: Geschichte der technischen Hochschulen. In: Hermann, A.; Dettmering, W. (Hrsg.): Technik und Kultur. Darin: Boehm, L. und Schönbeck, Ch. (Hrsg.): Technik und Bildung. Bd. 5, VDI-Verlag. Düsseldorf 1989, S. 204–234
- Martin, W.; Pangalos, J.; Rauner, F.: Die Entwicklung der Gewerblich-Technischen Wissenschaften im Spannungsfeld von Technozentrik und Arbeitsprozessorientierung. In: Pahl, J.-P./Rauner, F./Spöttl, G. (Hrsg.): Berufliches Arbeitsprozesswissen. Ein Forschungsgegenstand der Berufsfeldwissenschaften. Baden-Baden 2000, S. 13–30
- Mauel, K.: Technisches Wissen in Antike und Mittelalter. In: Hermann, A.; Dettmering, W. (Hrsg.): Technik und Kultur. darin: Hermann, A. und Schönbeck, Ch. (Hrsg.): Technik und Wissenschaft. Bd. 3, VDI-Verlag. Düsseldorf 1991

- Mehner, M.: Fortbildungsschulkunde. Handbuch für Fortbildungsschullehrer zum Gebrauche bei der Organisation von Fortbildungsschulen und bei der Unterrichterteilung. Leipzig 1912
- Nickolaus, R.: Berufliche Fachrichtungen und Bezugswissenschaftsprobleme. In: Pahl, J.-P.; Herkner, V. (Hrsg.): Handbuch berufliche Fachrichtungen. Bertelsmann Verlag. Bielefeld 2010, S. 123–133
- Nickolaus, R.; Gschwendtner, T.; Geissel, B.: Entwicklung und Modellierung beruflicher Fachkompetenz in der gewerblich-technischen Grundbildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 104. Band, Heft 1, Franz Steiner Verlag. Stuttgart 2008, S. 48–73
- Nickolaus, R.; Abele, S.; Gschwendtner, T.; Nitzschke, A.; Greiff, S.: Fachspezifische Problemlösefähigkeit in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen – Modellierung, erreichte Niveaus und relevante Einflussfaktoren. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 108. Band, Heft 2, Franz Steiner Verlag. Stuttgart 2012, S. 243–272
- Oelsnitz, D. von der; Stein, V.; Hahmann, M.: Der Talente-Krieg: Personalstrategie und Bildung im globalen Kampf um Hochqualifizierte. Haupt Verlag. Bern, Stuttgart, Wien 2007
- Poser, H.: Technikwissenschaften im Kontext der Wissenschaften. In: Banse, G.; Ropohl G. (Hrsg.): Wissenskonzepte für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. VDI-Verlag. Düsseldorf 2004, S. 175–193
- Rauner, F.: Aspekte einer human-ökologisch orientierten Technikgestaltung. In: Rauner, F. (Hrsg.): Gestalten – eine neue gesellschaftliche Praxis. Bonn 1988, S. 35–39
- Rauner, F.: Auf der Suche nach den Beruflichen Fachrichtungen in der Berufsschullehrer-ausbildung. In: Die berufsbildende Schule. 45. Jahrgang, Heft 6, Juni 1993, dbb Verlag. Berlin 1993
- Rauner, F.: Elektrotechnik-Grundbildung: Zu einer arbeitsorientierten Gestaltung von Lehrplänen im Berufsfeld Elektrotechnik. In: Lipsmeier, A./Rauner, F. (Hrsg.): Beiträge zur Fachdidaktik Elektrotechnik. Stuttgart 1996, S. 86–102
- Rauner, F.: Berufliche Kompetenzentwicklung – vom Novizen zum Experten. In: Dehnbostel, P.; Elsholz, U.; Meister, J.; Meyer-Menk, J. (Hrsg.): Vernetzte Kompetenzentwicklung. Alternative Positionen zur Weiterbildung. Berlin 2002, S. 111–132
- Rauner, F.: Das Lernfeldkonzept. In: lernen & lehren. Heft 111. 28. Jahrgang 3/2013, S. 92–98
- Reetz, L.; Seyd, W.: Curriculare Strukturen beruflicher Bildung. In: Arnold, R.; Lipsmeier, A. (Hrsg.): Handbuch der Berufsbildung. Opladen: Leske + Budrich, 1995, S. 203–219
- Röben, P.: Arbeits- und Geschäftsprozesse in den gewerblich-technischen Fachrichtungen. In: Pahl, J.P.; Herkner, V. (Hrsg.): Handbuch Berufliche Fachrichtungen. Bertelsmann Verlag, Bielefeld. 2010, S. 133–151
- Ropohl, G.: Was tun Ingenieure und was müssen sie dazu wissen? – Versuch einer Systematik. In: Banse, G.; Ropohl G. (Hrsg.): Wissenskonzepte für die Ingenieurpraxis. Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten. VDI-Verlag. Düsseldorf 2004, S. 25–46
- Ropohl, G.: Allgemeine Technologie – Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe 2009
- Ropohl, G.: Das technologische Paradigma: Ursprung und Perspektiven für die Technikwissenschaften. In: Kiridus-Göller, R.; Seifert, E.K.: Evolution – Ware – Ökonomie. Oekom Verlag. München 2012, S. 131–141
- Schäfer, B.; Bader, R.: Handlungskompetenz durch Lernfelder – Möglichkeiten einer Konzeptualisierung des Lernfeld-Ansatzes. In: Lipsmeier, A.; Pätzold, G. (Hrsg.): Lernfeldorientierung in Theorie und Praxis. ZBW, Beiheft 15, 2000, S. 148–158
- Scholz, M.: Das Lernfeldkonzept mit seinen Leitzielen und didaktischen Gestaltungsprinzipien für den Berufsschulunterricht: Möglichkeiten und Grenzen zur Förderung beruflichen Lernens. GRIN Verlag. München 2009
- Schütte, F.: Professionalisierung von Berufsschullehrern/innen (1896–2004) – vier Diskurse. In: Die berufsbildende Schule. 64. Jahrgang, Heft 1, Januar 2012, dbb Verlag. Berlin 2012

- Stratenwerth, W.: Leitgedanken zur auftragsorientierten Lernorganisation in Ausbildungsbetrieben des Handwerks. In: Albert, K.; Buchholz, Ch.; Buck, B.; Zinke, G. (Hrsg.): Auftragsorientiertes Lernen im Handwerk. Berlin 1992, S. 52–53
- Stratmann, K.: Die ersten Ansätze einer dualen Ausbildung – das Ende ständisch normierter Berufserziehung. In: Stratmann, K.; Schlösser, M. (Hrsg.): Das Duale System der Berufsbildung. Eine historische Analyse seiner Reformdebatten. GAFB-Verlag. Frankfurt am Main 1990
- Tenberg, R.: Reformansätze für das Universitätsstudium für LehrerInnen an berufsbildenden Schulen im gewerblich-technischen Bereich. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 102. Band, Heft 1, Franz Steiner Verlag. Stuttgart 2006, S. 84–91
- Tenberg, R.: Lernfelddidaktik. In: Berufsbildung – Zeitschrift für Praxis und Theorie in Schule und Betrieb. Heft 124, 2010, S. 3–7
- Troitzsch, U.: Technologie als Wissenschaft im 18. und frühen 19. Jahrhundert. In: Hermann, A.; Dettmering, W. (Hrsg.): Technik und Kultur. darin: Hermann, A. und Schönbeck, Ch. (Hrsg.): Technik und Wissenschaft. Bd. 3, VDI-Verlag. Düsseldorf 1991
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinie 3780: Technikbewertung: Begriffe und Grundlagen. VDI-Verlag. Düsseldorf 2000
- Wehler, H.-U.: Deutsche Gesellschaftsgeschichte: Von der Reformära bis zur industriellen und politischen „Deutschen Doppelrevolution“ 1815–1845/49. Bd. 2, Beck Verlag. München 1987
- Zinke, G.: BIBB-Berufsfeldanalysen der industriellen Elektroberufe – ein Zwischenstand. In: lernen & lehren. Heft 111. 28. Jahrgang 3/2013, S. 104–110
- Zoglauer, T.: Über das Verhältnis von reiner und angewandter Forschung. In: Banse, G.; Friedrich, K. (Hrsg.): Technik zwischen Erkenntnis und Gestaltung. Philosophische Sichten auf Technikwissenschaften und technisches Handeln. Berlin 1996
- Zweckbronner, G.: Was wollen die Technikwissenschaften? In: Hermann, A.; Dettmering, W. (Hrsg.): Technik und Kultur. darin: Hermann, A. und Schönbeck, Ch. (Hrsg.): Technik und Wissenschaft. Bd. 3, VDI-Verlag. Düsseldorf 1991

Anschrift des Autors: Dr. phil. Thomas Hägele (Akademischer Oberrat), Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Technik, Arbeitsprozesse und berufliche Bildung, Eißendorfer Straße 40, 21073 Hamburg, Tel.: 040/42878-3714, E-Mail: haegele@tuhh.de