

Walter E. Theuerkauf

Prozessorientierte Technische Bildung

Ein transdisziplinäres Konzept

 **PETER LANG
EDITION**

TBI



“We learn by doing, if we reflect on what we have done”
John Dewey

0 Einleitung

Die Aufgabe, eine Didaktik für eine international ausgerichtete technische Bildung für die allgemeinbildende Schule zu schreiben, ist deshalb so schwierig, da unterschiedliche Definitionen und Vorstellungen vorherrschen über das, was Technik eigentlich darstellt und wie dieser Gegenstand in der Schule vermittelt werden soll. Dazu kommen noch unterschiedliche, oft tradierte Bildungsvorstellungen, die dazu führen, dass technische Bildung in der allgemeinbildenden Schule in unterschiedlicher Weise global implementiert ist.

Im Gegensatz dazu sind in der beruflichen technischen Ausbildung die Inhalte über die zu erwerbenden Kompetenzen relativ eindeutig durch die beruflichen Qualifikationen definiert. Für die Ausbildung eines Drehers beispielsweise sind die zu erwartenden fachpraktischen und fachtheoretischen Kompetenzen zur erfolgreichen Durchführung seiner beruflichen Tätigkeit bekannt, und damit unabhängig davon, in welchem europäischen industriell geprägten Land diese an modernen Maschinen durchgeführte Tätigkeit ausgeübt wird.

Soll ein Bezug zu globalen Vorstellungen einer technischen Bildung hergestellt werden, so wird die Frage zu stellen sein, was unter Allgemeinbildung in dem zu betrachtenden Land mit seinem kulturellen Hintergrund darunter zu verstehen ist, aus dem das Bildungs-, aber auch Ausbildungsverständnis entwickelt ist. Das Verständnis hat natürlich auch Konsequenzen für eine technische Grundbildung, die im Rahmen der allgemeinen Bildung oder der vorberuflichen Bildung vermittelt wird. Dabei werden sehr oft die Grenzen zwischen allgemeiner und beruflicher Bildung nicht immer eindeutig zu ziehen sein, was schon aus den unterrichtlichen Konkretisierungen in europäischen und außereuropäischen Ländern sichtbar wird. Diesen Gegebenheiten versucht das vorgestellte Konzept der technischen Bildung dahin gehend gerecht zu werden, indem es die differierenden Ansätze in Europa, insbesondere in ihrer spezifischen methodischen Ausrichtung, zu integrieren versucht.

Der Ausgangspunkt der vorgestellten Konzeption sind die Ingenieurwissenschaften, die dabei die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Methoden der Gestaltung von technischen Prozessen und Systemen unter einer übergeordneten human bezogenen Betrachtung berücksichtigten. Diese Orientierung ist deshalb hervorzuheben, weil es in der Vergangenheit nicht primär nur um die Vermittlung einer sogenannten „Engineering Education“ ging. Technische Inhalte wurden im technischen Werken und den Naturwissenschaften vermittelt, wobei der technische Werkunterricht für seine pädagogischen Intentionen technische Inhalte herangezogen hat und analog dazu die Naturwis-

senschaften technische Inhalte als Anwendung und Verdeutlichung ihrer Phänomene angesehen haben. Um eine Einschätzung von Stadien der Entwicklung der technischen Bildung zu erlangen, ist ein historischer Rückblick erforderlich. Eine Beschreibung der Geschichte des Werkens, beginnend mit den ersten Ansätzen bei Rousseau bis zur Gegenwart, wird von Wilkening (Wilkening 1970), Schulte (Schulte 1982) als auch Sachs (Sachs 1988) detailliert nachgezeichnet.

Die internationalen Wurzeln erarbeitet Petrina (Petrina 2007) in seinen Untersuchungen zur Entwicklung der technischen Bildung in den Vereinigten Staaten und Kanada. Er zeigt auf, dass die internationalen Wurzeln der technischen Bildung im „Manuel Trainings“ (Abb.0.1) liegen, das dem technischen Werken nahe steht.

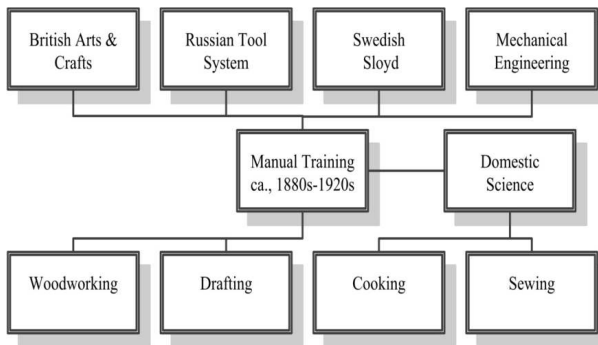


Abb.0.1: Wurzeln und Verknüpfungen des „Manuel Trainings“ (Petrina 2007).

Gleichzeitig findet man die Kombination von Technik und Hauswirtschaft, die auch heute noch Bereiche der Arbeitslehre sind. Die konsequente weitere Entwicklung des „Manual Trainings“ - die nordischen Länder in Europa ausgenommen - ist dergestalt gekennzeichnet, dass eine

Orientierung in Richtung industrieller Produktion (Sellin 1972) gegen Ende des 19. Jahrhunderts vorgenommen wurde. Mit der Neuorientierung des Werkunterrichtes zu einem Technikunterricht oder auch zur Arbeitslehre wurden fachdidaktische Konzepte entwickelt, wobei die von Stührmann (Stührmann 1971) vorgeschlagene ingenieurwissenschaftliche Ausrichtung des Technikunterrichtes an dem Produktlebenszyklus auch durch unterrichtliche Beispiele konkretisiert wurde. Eine wesentliche Rolle spielen darüber hinaus die Veröffentlichungen zu den „Problemen und Aufgaben einer Techniklehre“ sowie „Unterrichtungsverfahren einer Techniklehre“ von Wilkening (Wilkening 1971) und der daraus entwickelte „Mehrperspektivische Ansatz“ (Sachs 1994), der insbesondere in der Fachdidaktik der Technik auch derzeit noch favorisiert wird.

Dieser eingeschränkte Fokus auf die Produktion kann nicht für eine holistische Begründung einer technischen Bildung stehen, denn Technik ist mehr als nur Fertigungstechnik. Daher schien es sinnvoll, Definitionen, die Technik beschreiben, heranzuziehen, wie sie u.a. von Spur (Spur 1988), Banse (Banse 2007) und Wolffgramm (Wolffgramm 1995) vorgenommen wurden, wobei Letztere für eine Begründung eines Technikunterrichts *am treffendsten zu sein scheint*.

„Technik ist eine gesellschaftliche Erscheinung. Sie umfasst das durch technisches Schöpferium (Erfindungen) historisch entstandene, sich ständig verändernden und entwickelnden materiellen Mittel und Verfahren, die der Mensch zur Erreichung von ihm gesetzter Zwecke und Ziele sowie zur Befriedigung gesellschaftlicher und individueller Bedürfnisse in allen Lebenslagen schafft und einsetzt“.

Die zentralen Aussagen dieser Definition sind einerseits das „technische Handeln“, also die Gestaltung von Prozessen und Systemen zur Erreichung vorgegebener Ziele, und andererseits die Befriedigung gesellschaftlicher und individueller Bedürfnisse. Aus diesen beiden Aspekten leitet sich der Bildungswert einer globalen Zielsetzung von Technik für eine technische Bildung ab, deren kultureller Wert unbestritten ist, jedoch die wissenschaftliche Akzeptanz bisher immer noch hinterfragt wird.

Die Gestaltung der technischen Welt ist grundsätzlich mit der Kreativität bzw. Innovationsfähigkeit des Menschen und der Umsetzung der Innovationen in die Realität verbunden. An den historischen Stätten von der Antike bis zur Gegenwart, die als das Kulturerbe ausgezeichnet werden, kann der evolutionäre Charakter von Technik belegt werden. Daher ist Technik immer in Zusammenhang mit dem Handeln des Menschen und dem Gestalten von Lebenswirklichkeit in den jeweiligen Epochen der Zeitgeschichte mit ihren Schlüsselinnovationen zu sehen, was natürlich auch für eine technische Bildung gilt.

Mit der Kompetenzorientierung (Klieme 2007) soll der Blick auf die Vermittlung von anwendungsfähigem Wissen und ganzheitlichem Können gerichtet werden, welche reflektierte und selbstregulative Prozesse berücksichtigen. Der Kompetenzbegriff zeichnet sich nach Brödel (Brödel 2002) dadurch aus, „dass er den professionellen Blick für Vorgänge des Lernens in Ernstfallsituationen gesellschaftlichen Lebens und Arbeitens öffnet“, was mit dem zweiten Aspekt korreliert. Eine Umsetzung der durch Technik geprägten Lebenswirklichkeit erfordert ein prozessuales Abbild technischer Realität, das einer auch auf den Menschen bezogenen gesellschaftlichen Implikation von Technik gerecht wird.

Mit der Prozessorientierung ist ein Paradigmenwechsel in der technischen Bildung verbunden. Er erlaubt Technik als einen Faktor bei der Auseinandersetzung mit politischen oder auch sozialen Problemstellungen zu integrieren und entspricht damit der Forderung von „acatech/VDI/VDE“ (acatech/VDI/VDE 2009), wonach Anwendungsbeispiele von technischer Bildung im Sinne einer Allgemeinbildung über Bezüge zur Wirtschaft und zur Politik sowie Relevanz für Kultur und Alltag verstärkt aufweisen sollen. Mit einer Prozessorientierung als Leitlinie für die Vermittlung von Technik geht ein veränderter Blickwinkel auf technische Entwicklungen und ihr Einfluss auf die Lebens- und Arbeitswelt einher, der diesen Ansprüchen Genüge leisten kann.

Es ist mit der Entwicklung von Technik eine höhere Komplexität in Artefakten, Prozessen und Systemen eingetreten, sodass ein Verständnis und Beurteilung der Verwendung und Folgen eine ganzheitliche Betrachtung erforderlich macht. Dieser Anspruch besitzt nicht nur in den Naturwissenschaften oder Ingenieurwissenschaften, sondern auch in den Sozialwissenschaften einen besonderen Stellenwert, die eine übergreifende Orientierung erfordern (Ulrich, Probst 2000). Das Wesentliche in der Prozessorientierung ist darin zu sehen, dass wenn Lebenswirklichkeit in Schule abgebildet werden soll, dann sind dies in der Regel Prozesse, die das jeweilige Handeln und Entscheiden transparent werden lassen. Auch in den fachwissenschaftlichen Disziplinen wird daher vermehrt eine Orientierung an Prozessen mit ihrem finalen Charakter vorgenommen. So werden die direkten und indirekten Folgen in einer ganzheitlichen Betrachtung am Beispiel des „Kraftwerkprozesses“ zur Stromerzeugung aufgezeigt. Weitere Beispiele sind diejenigen Prozesse, denen wir im Arbeitsleben, aber auch im Haushalt oder in der uns umgebenden Infrastruktur begegnen, die in den meisten Fällen technisch beeinflusst sind. Diese Prozesse sind immer final ausgerichtet, da sie zielorientiert, also ergebnisorientiert sind.

Mit dem Prozess des Reinigens der verschmutzten Wäsche erwartet man, dass sie am Ende des Prozesses sauber ist. Dass zur Durchführung des Prozesses technische Systeme wie die Waschmaschine oder ein Trockner eingesetzt werden, ist unzweifelhaft, und dass Kenntnis über die Wirkungsweise des Systems mit seinen Funktionen in Prozessen sowie ihren Leistungsparametern natürlich auch notwendig ist. Darüber hinaus ist es aber auch wichtig, den Reinigungsprozess an sich zu kennen, dessen Operationen nicht nur einer Disziplin zuzuordnen sind, wie darüber hinaus am Beispiel des Klärwerkes gezeigt werden kann. Sie sind vernetzt und in der Regel komplex und bedingen zum Verständnis interdisziplinäres oder transdisziplinäres Denken und Handeln.

Wenn man vom interdisziplinären und transdisziplinären Handeln spricht, so bezieht sich dieses auf Prozesse, die wir in der Lebens- und Arbeitswelt vorfinden, die sich nicht einer Fachdisziplin zuordnen lassen. Das Erstellen von Nahrungsmitteln ist immer durch eine Kooperation mehrerer Disziplinen gekennzeichnet, d. h., bei der Erstellung einer Anlage müssen die Wissenschaftsbereiche Ernährungswissenschaft und Ingenieurwissenschaften mit ihrem Wissen und ihrer Erfahrung zu einem Ganzen interdisziplinär zusammengeführt werden. Das bedeutet einen Lern- und Verstehensvorgang, um die jeweilige andere Disziplin zu verstehen und sich mit ihren Methoden vertraut zu machen, um erfolgreich kooperieren zu können.

Auch wenn der Begriff von Transdisziplinarität in unterschiedlicher Weise im Rahmen von Forschungsk Kooperationen benutzt wird (Sukopp 2010), so kann man der Terminologie von Mittelstraß (Mittelstraß 2005) dahin gehend folgen, dass nicht nur bei ökologischen Untersuchungen eine Vielzahl von verschiede-

nen Disziplinen als transdisziplinäres Team zusammenarbeiten müssen. Bei der Entwicklung von Anlagen zur Reinigung von Abgasen kann die für die Forschung in der Literatur ausgewiesene Transdisziplinarität in eine praktische überführt werden, die für technisches Gestalten unabdingbar notwendig ist. Das transdisziplinäre Arbeiten erfordert immer in diesem Zusammenhang Teammitglieder, die über die Grenzen ihrer Disziplinen sich einarbeiten müssen. Die Rolle, die die Teilnehmer bei einer Untersuchung oder Entwicklung einnehmen, ist dabei die des Gebens und Nehmens.

Nimmt man Bezug auf die Schule, so finden wir sowohl national und als auch international anstelle von Unterrichtsfächern, die in der Regel mit wissenschaftlichen Disziplinen verknüpft sind, die verschiedensten Lernbereiche (u. a. die Akronyme Arbeitslehre = Arbeit&Wirtschaft&Technik&Hauswirtschaft; MINT = Mathematik&Informatik&Naturwissenschaften&Technik), die gemäß der Beschreibung sowohl interdisziplinären als auch transdisziplinären Ansprüchen gerecht werden müssen. Damit ist die Methodik der Transdisziplinarität die Grundlage für die Entwicklung von Curricula, insbesondere dann, wenn mehrere Disziplinen problemorientiert diese entwickeln.

Die in diesem Buch vorgestellte prozessorientierte technische Bildung muss jedoch den Ansprüchen an aktuelle fachwissenschaftliche, fachdidaktische und lerntheoretische Entwicklungen entsprechen. Betrachtet man die Meilensteine der Technik, so war die Epoche der Mechanisierung durch Energie wandelnde Prozesse geprägt, während die heutige Epoche durch die Digitalisierung oder auch Informatisierung gekennzeichnet ist. Die Informatisierung hat wie die Mechanisierung zu wesentlichen Veränderungen von Prozessabläufen beliebiger Art beigetragen, wobei diese auch jeweils als technischer Wandel bezeichnet werden. Mit dem prozessorientierten Ansatz wird nun die Informatisierung das zentrale Bindeglied der Operationen der Prozesse der Lebens- und Arbeitswelt verdeutlicht. Sie überführt den Prozess in einen gläsernen und erlaubt über die Information eine Verknüpfung von unterschiedlichen, vernetzten Prozessen und wird daher in diesem Buch eine herausgehobene, die Prozesse verbindende Funktion einnehmen.

1 Grundlagen des Lehr- und Lernprozesses

Das auf das Fach oder den Lernbereich bezogene Lehren und Lernen hat die Möglichkeiten, Folgen und Grenzen des Lernens und Lehrens in einem schulischen oder außerschulischen Lernfeld auszuloten. Dabei besitzt jedes Schulfach eine fachwissenschaftliche Leitdisziplin, die sie auf der Schulebene abzubilden hat. Im Schulfach Technik sind es die Disziplinen der Ingenieurwissenschaften und die auf einer Metaebene angesiedelte Technikwissenschaft - Allgemeine Technologie (Rohpohl 1999) - mit ihren verschiedenen Ausprägungen. Aufgabe des fachdidaktischen Handelns ist allerdings der Dialog mit den affinen und hochaffinen Fachwissenschaften der Unterrichtsfächer wie die Naturwissenschaften in Schule und der Ausbildung in Berufsschule sowie Industrie herzustellen. Darüber hinaus ist im Rahmen der Vermittlungsprozesse von technischen Inhalten ein Bezug zur Pädagogik sowie zu den übrigen Grundlagenwissenschaften des Lehrens und Lernens wie der Psychologie, Philosophie und der Soziologie zu sehen, die die Lernprozesse wesentlich mitbestimmen. Die Beachtung dieser Faktoren ist für eine erfolgreiche Planung von Lernprozessen in der technischen Bildung unabdingbar.

1.1 Theorie und Praxis des Lehrens und Lernens

Jede Wissenschaft, so auch die vom Lehren und Lernen, hat einen bestimmten Gegenstandsbereich, über den sie mit Hilfe von Methoden der Beschreibung und Erkenntnisgewinnung ein möglichst vollständiges, gesichertes und systematisch geordnetes Wissen gewinnen möchte. Dieser Wissenschaftsbereich ist auf das zu vermittelnde Unterrichtsfach bzw. den Lernbereich zu beziehen.

Um dem wissenschaftlichen Anspruch des Lehrens und Lernens unter allgemeinen Gesichtspunkten in einer Unterrichtsdisziplin zu genügen, sollten folgende Maßstäbe berücksichtigt werden:

- Es sind die Aufgaben und der Gegenstandsbereich des Unterrichtsfaches zu definieren.
- Es muss ein Theoriegebäude, das den Gegenstand wissenschaftlich beschreibt, erstellt werden, um daraus ein Theorie-Praxis-Verhältnis für Unterricht zu bestimmen.
- Es muss eine Auseinandersetzung mit der Geschichte des Unterrichtsfaches erfolgen und es sind die Zukunftsperspektiven, welche Rolle das Fach spielen und Bedeutung es haben wird, auszuloten.
- Es ist zu klären, mit welchen Zielsetzungen der Erkenntnisgewinnung die zu behandelnden Inhalte implementiert werden. Es muss ferner geklärt werden, welche Lernstrategien und Lernarrangements für den behandelten Gegenstand angemessen sind.

- Es sollten die ethischen Konsequenzen der Vermittlung von Inhalten mit bedacht werden.

Der Wissenschaft vom Unterricht obliegt damit die Aufgabe, die kooperative Organisation und die curricularen Inhalte des Unterrichts zu analysieren, Schwachstellen, Defizite und Hindernisse zu identifizieren und damit die Voraussetzung für die Realisierung einer auf Emanzipation (im Sinne einer Selbstbestimmung des Schülers) ausgerichteten technischen Bildung bereitzustellen.

1.2 Grundlagen der Planung von Unterricht

Das Planen von Unterricht gehört zu den Hauptaufgaben von Lehrenden. Diese Aufgabe wird zumeist am häuslichen oder im schulischen Umfeld durchgeführt. Während es im Unterrichtsgeschehen oft auf das spontane Reagieren und Handeln ankommt, bietet die zeitliche und räumliche Distanz zur Schulklasse dem Dozenten die Möglichkeit zur Vorbereitung und zur Reflexion, d. h., die Lehrkraft kann ihre Entscheidungen bedenken und unterrichtstheoretisch begründen. So gesehen ist die Unterrichtsvorbereitung der Ort, an dem Unterrichtstheorie und Unterrichtspraxis zusammentreffen und sich im Unterrichtsentwurf mit Ziel, Inhalt, Methoden und Medien als Ergebnis verbinden, um schließlich in der unterrichtlichen Durchführung eine Einheit zu bilden.

Diese Entscheidungen sind vor dem Hintergrund einer Reihe existierender allgemeindidaktischer Ansätze zu treffen, die alle den Versuch unternehmen, unterrichtliche Lernprozesse zu begründen, zu realisieren und zu evaluieren. Es sind dies die bildungstheoretische, die curriculare, die kooperative, die kritisch kommunikative, die kybernetische oder die lerntheoretische Didaktik. Ein besonderes Konzept stellt die bildungstheoretische Didaktik von Klafki mit der kategorialen Bildung dar, die für die technische Bildung von besonderer Bedeutung ist. Jeder Ansatz verwendet eine eigene Terminologie, setzt einen pädagogisch-didaktischen Schwerpunkt, bemüht sich, um eine theoretische Absicherung des Lehr- und Lernprozesses zu erreichen. Mit diesen Ansätzen werden den Lehrenden die benötigten Handlungs- und Entscheidungshilfen für einen erfolgreichen Unterricht mit den jeweiligen zu vermittelnden Inhalten gegeben.

Die handlungsorientierte Didaktik bemüht sich darum, angehende und praktizierende Lehrer beim Erwerb von Planungs- und Durchführungskompetenzen zu unterstützen. Ziele dieses Bemühens sind:

- eine Steigerung der Sensibilität für gerechtfertigte individuelle Belange und soziale Probleme der Lerner
- eine Verbesserung der Fähigkeit der eigenen Wahrnehmung und der der Schüler im Lehr-Lern-Prozess

- Handlungsprozesse, die die Lebenswirklichkeit bestimmen, analysieren und bewerten können
- die Ausweitung des Handlungsrepertoires von überfachlichen Unterrichtsmethoden, um variabel und flexibel die Erschließung von Inhalten ermöglichen zu können
- der Erwerb einer professionellen Handlungssicherheit in fachtheoretischen Kenntnissen und fachpraktischen Fertigkeiten in dem jeweiligen Unterrichtsfach
- die Fähigkeit, das eigene Handeln im Unterrichtsprozess zu analysieren und Konsequenzen für ein verändertes Agieren, insbesondere unter Einsatz neuer Verfahren und außerschulischen Kooperationen, zu ziehen

Bei der Planung von Unterricht stellt sich die Frage nach der partiellen Beteiligung von Lernern. Eine gewisse Beteiligung wird schon deshalb von Bedeutung sein, um die Verantwortlichkeit für das inhaltliche Lernen mit in die Hände der Lerner zu legen. Darin liegt ein enormes Motivationspotenzial für das Gelingen von Unterricht, das im Rahmen des Lernprozesses, wie Ergebnisse in der Erwachsenenbildung gezeigt haben, genutzt werden sollte. Die Lerner können damit ihr Erfahrungspotenzial aus der sie umgebenden Lebenswirklichkeit als befruchtendes Element einbringen.

Die handlungsorientierte Didaktik versteht den Unterricht als Lehr-Lern-Prozess, in dem Lehrer und Schüler wechselseitig voneinander handelnd lernen. Die Hilfe des Lehrers besteht insbesondere im Zuhören, in der Formulierung anspruchsvoller Frage- und Problemstellungen und in der verständlichen Erklärung komplizierter Sachverhalte. Es kann aber auch geboten sein, mit Experten aus dem Schulbereich, aber auch denen, die in Hochschulen, Unternehmen und Forschungseinrichtungen tätig sind, zu kommunizieren. Darüber hinaus regt er Gespräche und Diskussionen an und lehrt die Schüler, selbst gesteuert aufbauend auf ihrer Wissensbasis selbstständig komplexe Aufgaben zu lösen und soziale Konflikte auszutragen. Darüber hinaus wird aus der Sicht eines theoretisch zu begründenden und auf Lebenswirklichkeit zu beziehenden Unterrichts, wie es ein Unterricht über Technik impliziert, „Handlungsorientierung“ als das Verstehen einer technisch geprägten Lebenswelt im Ergebnis von technischen Handlungen. Aus diesem Grund, aber auch aus der Sicht eines theoretisch begründeten, auf die Lebens- und Arbeitswelt bezogenen Unterrichts, wie es die technische Bildung ist, wird die „Handlung“ als das Verstehen und das individuelle Mitgestalten derselben in den Vordergrund gestellt.

1.3 Leitlinien der Planung von Unterricht

Die nachfolgend vorgestellten Leitideen sind zur Implementierung eines handlungs- und schülerorientierten Unterrichts die Grundlage, dass selbst-gesteuertes Lernen der Schüler fördert. Das erfordert allerdings von den Ler-