



UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

FORSCHEN UND ENTWICKELN

Natur und Technik aus
interdisziplinärer Sicht

März 2015
© VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2015
All rights reserved.
Printed in Germany.

ISBN 978-3-00-048957-0

Titelbild © F. Schmidt - Fotolia

Einleitung

Auch als Folge der Ergebnisse internationaler Schul Leistungsvergleichstests hat die KMK¹ zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung in Deutschland Empfehlungen in Form eines vielfältigen Maßnahmenkatalogs ausgesprochen (KMK 2009; vgl. Leutner et al. 2012; OECD 2010; Theuerkauf et al. 2009). Dieser fordert vor allem einen durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterricht von Klasse fünf bis zehn in Form von integriertem, naturwissenschaftlich-technischem, interdisziplinärem oder fächerverbindendem Unterricht sowie den Aufbau von Problemlösekompetenz.

Um diese bildungspolitischen Forderungen einzu lösen haben einige Bundesländer mit der Einführung entsprechender Fächer an allgemeinbildenden Gymnasien in Klasse fünf und sechs reagiert. Dabei scheinen die Fachbezeichnungen ebenso wie deren Inhalte, Konzeptionen und Zielstellungen beliebig und uneinheitlich (vgl. Graube, Mammes & Tuncsoy 2013).

Dies war für den VDI² und den MNU³ Anlass, im Jahr 2011 ein gemeinsames Projekt zur didaktischen Konzeption eines Lernbereichs „Natur und Technik“ zu generieren. Ziel dieses Projektes war es, die vorangestellten Bildungsziele in einer Fachkonzeption zu berücksichtigen, d. h.: Eine theoretische Fundierung grundzulegen, Interdisziplinarität und Problemlöseorientierung zu gewährleisten sowie eine Anschlussfähigkeit an bereits vorhandene Bildungsstandards und vorangegangene Bildungsprozesse sicherzustellen.

In dieser Veröffentlichung sind die Ergebnisse dieses Projektes dargestellt. In einem ersten theoretischen Teil wird das didaktische Konzept vorgestellt. Im zweiten Teil wird darauf basierend eine Unterrichtseinheit vorgestellt, die von Lehrkräften kooperativ entwickelt und im Unterricht getestet wurde. Weitere unter gleichen Bedingungen entwickelte Einheiten folgen und werden unter www.vdi.de/natur-und-technik zum kostenlosen Download bereitgestellt. Dabei orientiert sich die Auswahl von Themen und Inhalten an den Unterrichtserfahrungen zur Machbarkeit und Kompatibilität mit Richtlinien und Lehrplänen und nicht zuletzt auch an den Interessen der Lehrkräfte. Neu an den Unterrichtsreihen sind der Zusammen-

hang von Forschen und Entwickeln sowie von Natur und Technik, wobei in den einzelnen Unterrichtsreihen durchaus auch unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden. Die bewusste Orientierung am Problemlöseprozess ist jedoch immer gleich.

Jede Unterrichtsreihe enthält zu ihrem Thema eine entsprechende Sachanalyse, einen expliziten Bezug zur Interdisziplinarität, unterrichtliche Hinweise, Kompetenzbereiche, Angaben zum Material, zum methodischen Zugang, zur Problemstellung, Themen der einzelnen Unterrichtssequenzen, eine Beschreibung des Unterrichtsgeschehens entlang des Problemlöseprozesses sowie Arbeitsmaterialien in Form von Folien, Arbeitsblätter u. ä.

Sowohl das didaktische Konzept als auch die Unterrichtsreihen sollen Lehrkräfte im Eingangsbereich des Gymnasiums anregen, die Unterrichtsreihen nicht nur einzusetzen, sondern auch auf Basis der dabei gewonnenen Erfahrungen neue Wege zu gehen, Natur und Technik im Unterricht zu verknüpfen.

www.vdi.de/natur-und-technik



1 KMK – Kultusministerkonferenz

2 VDI – Verein Deutscher Ingenieure

3 MNU – Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts

Inhaltsverzeichnis

1	Problemaufriss	7
2	Begriffsklärungen	8
3	Analysen zur aktuellen Situation interdisziplinärer natur- und technikwissenschaftlicher Bildung in den Gymnasialklassen fünf und sechs	10
3.1	Ergebnisse der Analyse zur Fachdenotation und zur Unterrichtsform	10
3.2	Ergebnisse der Analyse zum Inhalt ausgewählter Schulfächer	11
3.3	Ergebnisse der Analyse von Gemeinsamkeiten und Differenzen der Fachdidaktiken	13
3.4	Zusammenfassung der Analyseergebnisse und Fazit	14
4	Entwicklung eines interdisziplinären didaktischen Modells „Natur und Technik“	15
4.1	Theoretischer Bezugsrahmen	15
4.2	Ableitung didaktischer Grundprinzipien für ein interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“	18
4.3	Interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“	18
4.4	Didaktische Handlungsprinzipien für das Konzept „Natur und Technik“	19
5	Fazit	21
6	Unterrichtsentwurf 1: Platzsparendes Falten – der Kniff mit dem Knick	22
7	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	29
8	Literatur	29

Didaktische Konzeption eines interdisziplinären Ansatzes „Natur und Technik“ für die Gymnasialklassen fünf und sechs

Gabriele Graube, Ingelore Mammes

1 Problemaufriss

Stellenwert von Natur- und Technikwissenschaften in der Gesellschaft

Die Natur- und Technikwissenschaften prägen grundlegend die Lebenswelt der Menschen. Dabei bringen Technologien permanent neue Produkte und Werkzeuge hervor, die Arbeit und Kultur ebenso wie das Freizeitverhalten beeinflussen und Rückwirkungen auf Natur und Gesellschaft haben. Diese Innovationen entstehen zunehmend durch gemeinsame Entwicklungsarbeit unterschiedlicher Disziplinen (z. B. Medizintechnik). Interdisziplinarität wird somit zu einem Forschungs- und Arbeitsprinzip, ohne die hybride Problemstellungen der Gegenwart und Zukunft nicht gelöst werden können. Ein solch komplexes Zusammenspiel in der Lösung von Problemen erfordert mehr denn je eine ausreichende natur- und technikwissenschaftliche Bildung. In diesen Zusammenhängen muss es daher Ziel sein, Bildung grundzulegen, die zum interdisziplinären Denken und zum Nachvollziehen oder Lösen von Problemen befähigt.

Bildungspolitische Rahmung

Diese Problematik haben die Kultusministerien erkannt. Aktuelle Empfehlungen der KMK¹ zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung sehen einen vielfältigen Maßnahmenkatalog vor. In diesem wird ein durchgängiger naturwissenschaftlicher Unterricht von Klasse fünf bis zehn gefordert, u. a. in Form von integriertem,

naturwissenschaftlich-technischem, interdisziplinärem oder fächerverbindendem Unterricht (vgl. KMK 2009).

Auch der Aufbau von Problemlösekompetenz ist ein Ziel bildungspolitischer Bemühungen, insbesondere vor dem Hintergrund der Ergebnisse internationaler Schulleistungsvergleiche (vgl. Leutner et al. 2012; OECD 2010; Theuerkauf et al. 2009). Schon die TIMSS Videotape Classroom Study (1999) verwies auf wenig problemlöseorientierten Unterricht an deutschen Schulen. Auch auf Basis dieser Ergebnisse ist die Problemlösekompetenz in den Bildungsstandards der Naturwissenschaften explizit ausgewiesen und soll in schulischen Kontexten entwickelt werden (vgl. KMK 2005 a; b; c; Bildungskommission NRW 1995).

Dagegen findet technikwissenschaftliche Bildung in den Bildungsstandards der KMK bislang wenig Berücksichtigung. Technikwissenschaftliche Kompetenzen wurden bisher nicht formuliert, dabei liegen seit 2007 Entwürfe vom VDI² und von KECAL³ für Bildungsstandards vor und werden auch aktuell diskutiert (vgl. Theuerkauf et al. 2009; Oberliesen & Zöllner 2007).

Um vor diesem bildungspolitischen Hintergrund die o. g. Bildungsziele zu erreichen, haben einige Bundesländer mit der Einführung entsprechender Fächer an allgemeinbildenden Gymnasien in Klasse fünf und sechs reagiert (vgl. Graube, Mammes & Tuncsoy 2013).

1 KMK – Kultusministerkonferenz

2 VDI – Verein Deutscher Ingenieure

3 KECAL – Kerncurriculum Arbeitslehre

Fragestellung und Zielsetzung

Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit natur- und technikwissenschaftlicher Bildung und der KMK-Empfehlung (2009) zur „Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung“ ist die Frage zu stellen, wie die von der KMK vorgeschlagenen Unterrichtsformen didaktisch umzusetzen sind.

Diese Fragestellung war Anlass für den VDI und den MNU⁴, im Jahr 2011 ein gemeinsames Projekt zur didaktischen Konzeption eines Lernbereichs „Natur und Technik“ zu generieren. Ziel dieses Projektes ist es, die vorangestellten Bildungsziele in einer Fachkonzeption zu berücksichtigen, d. h.:

- eine theoretische Fundierung grundzulegen,
- Interdisziplinarität und Problemlöseorientierung zu gewährleisten sowie
- eine Anschlussfähigkeit an bereits vorhandene Bildungsstandards und vorangegangene Bildungsprozesse sicherzustellen.

Beschreibung des Vorgehens

Die Beantwortung dieser Frage erfordert:

- Analysen der aktuellen Situation in Schule und Fachdidaktiken.
Sie ermitteln – unabhängig von den bereits neu eingeführten Fächern – wie die beschriebenen Bildungsziele in den Gymnasialklassen fünf und sechs verfolgt werden.
- Eine theoretische Fundierung für ein interdisziplinäres natur- und technikwissenschaftliches Unterrichtskonzept.
Aus ihr werden didaktische Grundprinzipien als Rahmen für die Unterrichtsgestaltung abgeleitet.
- Entwicklung eines interdisziplinären didaktischen Modells, welches den Zielsetzungen entspricht.
Auf der Grundlage des interdisziplinären didaktischen Modells werden in einem nachfolgenden Schritt didaktische Handreichungen für konkrete Unterrichtsbeispiele generiert.

2 Begriffsklärungen

Natur und Technik

In der Unterscheidung zur Natur, die als etwas „Gegebenes“ verstanden wird, lässt sich Technik als „etwas vom Menschen ‚Gemachtes‘, ‚Hervorgebrachtes‘ oder ‚Erzeugtes‘“ definieren (Banse 2013, S. 26). Technik wird darüber hinaus als sozio-technisches System begriffen (vgl. Ropohl 2009), d. h. Technik schließt „nicht nur die von Menschen gemachten Gegenstände (technische Sachsysteme, ‚Artefakte‘) selbst, sondern [...] auch deren Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge (‚Kontexte‘) ein“ (Banse 2013, S. 27). Dabei besteht immer eine wechselseitige Abhängigkeit zwischen Gesellschaft und technischer Entwicklung.

Im Bezug zur Natur ist Technik auch ein Ausdruck für ein erzwungenes, komplexes und zielgerichtetes Zusammenwirken von Naturvorgängen, mit dem Ziel, menschliche Bedürfnisse zu befriedigen (vgl. Wolffgramm 1994).

Natur- und Technikwissenschaften

Naturwissenschaften sind Wissenschaften, die sich mit Naturvorgängen (Phänomenen) beschäftigen. Die Leitmethode der Naturwissenschaften ist das Experiment, wodurch naturwissenschaftliche Fragen Antworten erhalten (vgl. Kremer 2012; Kircher, Girwidz & Häußler 2009).

Technikwissenschaften sind Wissenschaften, die sich einerseits mit technischen Sachsystemen, deren Hervorbringung und Nutzung sowie andererseits mit soziotechnischen Systemen befassen (vgl. Banse 2013). Zu diesen Technikwissenschaften gehören auch die Technikgeschichte und Technikphilosophie sowie wie die Ingenieurwissenschaften. Dabei ist die Leitmethode der Ingenieurwissenschaften die Konstruktion. Sie zielen sowohl auf Erkenntnisgewinnung als auch auf den Eingriff in Natur und Kultur ab (vgl. Graube 2013a). Eine moderne Wissenschaftskultur begreift aber auch die Naturwissenschaften in einer Verknüpfung zwischen Erkenntnis und Anwendung (vgl. Graube 2013a).

⁴ MNU – Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts

	Technik	Natur
Unterscheidung	<p>Das geschaffene Artefakt und das Erschaffen von Artefakten</p> <p>Zweckhafte Artefakte zur Befriedigung von menschlichen Bedürfnissen</p> <p>Produktlebenslauf (Prozess von der Idee bis zur Entsorgung)</p> <p>Technische Systeme und technische Prozesse</p>	<p>Das ohne Zutun des Menschen Gegebene und Stattfindende</p> <p>Gegebenheiten und Vorgänge, die auf Naturgesetzmäßigkeiten basieren</p> <p>Natürliche Systeme und natürliche Prozesse</p>
Zusammenhang	<p>Technik als Artefakt mit dem Ziel, naturale Wirkungszusammenhängen zu nutzen</p> <p>Technik als Eingriff in die Natur</p> <p>Technik mit erwünschten und unerwünschten Folgen für Natur</p> <p>Technik zur gezielten Umwandlung von Stoff, Energie und Information</p>	

Tab. 1: Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Natur und Technik

Von der Disziplin zur Interdisziplinarität

Wissenschaften haben sich zunächst nach ihrem konkreten Gegenstand in bestimmten Wissenschaftsgruppen organisiert, die Erfahrungsbereichen entsprachen, z. B. „Natur“, „Geist“; „Mensch“, „Gesellschaft“ usw., die sich dann im Weiteren in Disziplinen ausdifferenziert haben (vgl. Ropohl, 2005). Dabei gliederte sich z. B. die Wissenschaftsgruppe „Natur“ nach ihren chemischen, physikalischen und biologischen Aspekten in die Disziplinen Chemie, Physik und Biologie auf.

Das Identitätsstiftende einer Disziplin besteht in:

- „einem relativ homogenen Kommunikationszusammenhang von [...] Forschern („scientific Community“),
- einem Bestand an Wissen („Aussagen, Erkenntnissen, Theorien“),
- relevanten Forschungsproblemen,
- einer Menge bestimmter anerkannter Methoden und Problemlösungen,
- einer „spezifischen Karrierestruktur mit institutionalisierten Sozialisationsprozessen [...]“ (Defila & Di Giulio, 1998, zit. nach Sukopp, 2010, S. 21).

Innerhalb einer Disziplin erfolgt eine Differenzierung in viele, methodisch und experimentell ähnlich vorgehende Fächer.

Erkenntnisgrenzen der einzelnen Disziplinen ergeben sich aus den ganzheitlichen Problem- und Fragestellungen einer adisziplinären Wirklichkeit (z. B. Umwelt, Klimawandel, Energie, Gesundheit) (vgl. Vollmer 2010).

Interdisziplinarität als Forschungs- und Arbeitsprinzip

Die Lösung komplexer, hybrider Problemstellungen sowohl in den Wissenschaften als auch in der Lebenswelt erfordert die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen. Diese Zusammenarbeit wird als Interdisziplinarität bezeichnet (vgl. Mittelstraß 2003). Interdisziplinarität versteht sich also als ein Forschungs- und Arbeitsprinzip. Das Lösen solcher Probleme und die Bewertung der Problemlösung erfordert daher eine entsprechende interdisziplinäre Kompetenz (vgl. Graube 2013a).

Von der Wissenschaftsdisziplin zum Unterrichtsfach

Die Ausdifferenzierung der Unterrichtsfächer erfolgt traditionell an den Wissenschaftsgruppen und den etablierten Wissenschaftsdisziplinen mit ihren definierten Grenzen (z. B. die Unterrichtsfächer Physik, Biologie und Chemie). Dabei ist ein handlungsleitender Grundsatz in der Ausgestaltung des Unterrichts die Wissenschaftsorientierung (Köck & Ott 1994).

Die Forderung nach schulischer Auseinandersetzung mit Problemen der Wirklichkeit stößt – in Analogie mit den Wissenschaftsdisziplinen – auch an die Grenzen fachorientierter Unterrichtsfächer. Daher soll ein disziplinüberschreitender Unterricht die Realbegegnung im schulischen Kontext ermöglichen. Naturwissenschaftlicher Unterricht soll daher in Form von integriertem, naturwissenschaftlich-technischem, interdisziplinärem oder fächerverbindendem Unterricht stattfinden. Dabei wird aber die Unterscheidung der Unterrichtsorganisation (z. B. fächerverbindendem versus integriertem Unterricht) nicht näher expliziert

und scheinbar annähernd synonym verwendet (vgl. KMK 2009; Labudde & Möller 2012).

Interdisziplinäre natur- & technikwissenschaftliche Bildung

Unter interdisziplinärer natur- und technikwissenschaftlicher Bildung wird daher schlussfolgernd die

Fähigkeit verstanden, natur- und technikwissenschaftliche Problemlösungen nachvollziehen und bewerten zu können, komplexe Probleme in diesem Bereich zu erkennen, naturwissenschaftliches und technikwissenschaftliches Wissen zur Lösung der Probleme zu verknüpfen und die Problemlösung zu verifizieren sowie ggf. zu modifizieren.

3 Analysen zur aktuellen Situation interdisziplinärer natur- und technikwissenschaftlicher Bildung in den Gymnasialklassen fünf und sechs

Vor dem Hintergrund der Fragestellung des Projekts soll nachfolgend in einem ersten Schritt die aktuelle Situation der natur- und technikwissenschaftlichen Bildung in der Schule geprüft werden. Dabei werden nur die Jahrgänge fünf und sechs der allgemeinbildenden Gymnasien berücksichtigt, da hier die Implementationsbestrebungen durch die Einführung entsprechender Lernbereiche am stärksten fortgeschritten sind. Dokumente zur verbindlichen Verankerung bildungspolitischer Ansprüche dienen hier als Basis der Analyse. Daher werden Rahmenrichtlinien, Curricula oder Lehrpläne aller 16 Bundesländer hinsichtlich

- (1) ihrer Fachdenotation im Bereich Natur- und Technikwissenschaften und ihrer Unterrichtsform im entsprechenden Fach oder Lernbereich sowie
- (2) ihrer Inhalte gesichtet (Bildungsserver 2013).

Zielsetzung ist es, Rückschlüsse über Konzeptionen oder gemeinsame Ansätze in Form und Inhalt zu gewinnen.

Zur Auswertung der Dokumente wird die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring eingesetzt (Mayring 1993; 1999). Sie ist ein Instrument zur systematischen, regelgeleiteten Untersuchung umfangreichen Textmaterials (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 332).

3.1 Ergebnisse der Analyse zur Fachdenotation und zur Unterrichtsform

Die Analyse der Fachdenotation soll Auskunft geben, ob Unterricht im Fächerverbund, als Fachunterricht oder als Lernbereich zum Einsatz kommt und natur- und technikwissenschaftliche Anteile enthält. Dafür werden die Dokumente hinsichtlich nachfolgender Kategorien gesichtet:

- Schulfachtitel enthält den Begriff Biologie, Chemie oder Physik
- Schulfachtitel enthält den Begriff Technik bzw. Technikwissenschaften
- Schulfachtitel enthält den Begriff Natur bzw. Naturwissenschaft
- Schulfachtitel enthält den Begriff Informatik oder Computer

Es ergibt sich folgende Übersicht:

Auf den ersten Blick scheinen in den Curricula des Gymnasiums für die Klassen fünf und sechs natur- und technikwissenschaftliche Lernbereiche ausreichend vertreten zu sein. Eine genauere Betrachtung verdeutlicht jedoch Unterschiede in den einzelnen Fachdenotationen der unterschiedlichen Bundesländer. So sind die Fachbezeichnungen ausgesprochen heterogen und umfassen insgesamt 13 verschiedene Denotationen.

Jahrgangsstufe	Länder	Baden-Württemberg	Bayern	Berlin	Brandenburg	Bremen	Hamburg	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
	5	Nph, ITG, B	NuT	NW (GS)	B, P, NW, W-A-T (GS)	NW, W-A-T	NW/T	B	B, P oder NW ¹ , IG, We (SO)	B, C, P	B, P	NW	NW	B, T/Co	B	B	M-N-T
6	Nph, ITG, B	NuT	NW (GS)	B, P, NW, W-A-T (GS)	NW, W-A-T	NW/T	B, P	B, P oder NW ¹ , IG, We (SO)	B, C, P	B, C ² , P	NW	NW	B, P, T/Co	B, P	B	M-N-T	
Schulformen: GS: Grundschule SO: Schulartunabhängige Orientierungsstufe				Erläuterung der Abkürzungen für die Schulfächer: B: Biologie C: Chemie IG: Informatische Grundbildung ITG: Informationstechnische Grundbildung M-N-T: Mensch-Natur-Technik NuT: Natur und Technik Nph: Naturphänomene NW/T: Naturwissenschaften/Technik NW: Naturwissenschaften P: Physik T/Co: Technik/Computer W-A-T: Wirtschaft-Arbeit-Technik We: Werken							Allgemeine Hinweise: MV: NW ¹ kann freiwillig von der Schule angeboten werden NW: C ² wahlweise ab Jgst. 6 oder 7						

Tab. 2: Analyse der Fachdenotation

Eine Besonderheit lässt sich dem Bildungsplan Baden-Württembergs entnehmen. Hier ist „Technik“ einer der vier vorgegebenen Themenbereiche für den naturwissenschaftlichen Lernbereich „Naturphänomene“. Aufgrund dieser Tatsache wird der Bildungsplan Baden-Württembergs in der weiteren Analyse auch berücksichtigt.

In den Bundesländern Brandenburg und Berlin findet natur- und technikwissenschaftliches Lernen in den Klassen fünf und sechs in der Grundschule statt. Lernszenarien der Grundschule unterliegen einem anderen Bildungsverständnis und sind daher schwer mit dem gymnasialen zu vergleichen. Das Vorhaben fokussiert zudem explizit die Gymnasialklassen fünf und sechs. Daher werden Brandenburg und Berlin von der weiteren Analyse ausgenommen.

Die nachfolgende Analyse soll Einblicke in die durch die Curricula institutionell verankerte Unterrichtsform geben. Hierzu werden in Anlehnung an die KMK-Empfehlungen die Kategorien „Fachunterricht“,

„integriert/fächerverbindend oder -überschreitend“ und „interdisziplinär“ gebildet.

Es zeigt sich ein breites Unterrichtsspektrum von Formen integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts bis hin zum traditionellen Fachunterricht der naturwissenschaftlichen Einzeldisziplinen. Dabei fällt auf, dass kein explizites Fach Technik angeboten wird. Einen integrierten, fächerverbindenden oder -überschreitenden Lernbereich Natur und Technik bieten drei Bundesländer an (Bayern, Hamburg und Thüringen). Einen naturwissenschaftlichen Fächerverbund dagegen bieten vier Bundesländer an. Kein Bundesland verfügt über ein interdisziplinäres Fach.

3.2 Ergebnisse der Analyse zum Inhalt ausgewählter Schulfächer

Die Heterogenität der Fachdenotation und die relative Bandbreite der Unterrichtsformen lassen vermuten, dass die entsprechenden Inhalte ähnlich mannigfaltig

Bundesland	Fachbezeichnung	Anforderungen am Ende der Jg. 6				
		Themenkomplex				
Baden-Württemberg	Naturphänomene	Wasser	Magnetismus und Elektrizität	Luft und Feuer	Technik	
Bremen	Wirtschafts-Arbeit-Technik	Haushalt und Konsum	Unternehmen und Produktion	Infrastrukturen	Arbeits-, Berufsorientierung und Lebensplanung	
Hamburg	Naturwissenschaften/Technik	Schall und Sinne	Bewegung	Wetter und Klima	Vielfalt des Lebens	Daten und Informationen

Tab. 3: Freie Auswahl definierter Themen (vgl. Bildungsserver 2013)

Bundesland	Fachbezeichnung	Jg. 5			Jg. 6		
		Modul 1	Modul 2	Modul 3	Modul 4	Modul 5	Modul 6
Thüringen	Mensch-Natur-Technik	Naturwissenschaftliches Arbeiten	Samenpflanzen	Wirbeltiere	Menschliche Körper	Das Leben in einem Lebensraum	Bionik

Tab. 4: Definierte Themen und definierte Abfolge (vgl. Bildungsserver 2013)

Bundesland	Fachbezeichnung	Jg. 5		Jg. 6	
		Schwerpunkt 1	Schwerpunkt 2	Schwerpunkt 3	Schwerpunkt 4
Bayern	Natur und Technik	Naturwissenschaftliches Arbeiten	Biologie	Biologie	Informatik
Sachsen	Technik/Computer	Fertigen technischer Objekte	Informationsbeschaffung mit dem Computer	Konstruieren technischer Objekte	Informationsaustausch mit dem Computer
Sachsen	Wahlpflicht in Technik/Computer	Transport und Verkehr, Traditionelles Handwerk, Entsorgung von Wertstoffen und Geräten, Nachrichten übertragen		Transport und Verkehr, Modernes Handwerk, Anlagen zur Nutzung alternativer Energien, Signale nutzen	

Tab. 5: Definierte Schwerpunkte mit freier Themensetzung (vgl. Bildungsserver 2013)

tig sind. Daher gilt es, die Inhalte hinsichtlich ihrer Ähnlich- oder Unterschiedlichkeit zu überprüfen. Die Inhalte werden tabellarisch erfasst und gegenübergestellt. Es werden dabei nur solche Bundesländer berücksichtigt, deren Fachdenotation technische Inhalte nahelegt (Baden-Württemberg; Bremen; Hamburg; Bayern; Sachsen; Thüringen).

Dabei zeigt sich, dass eine systematisierte Analyse der Inhalte durch ein uneinheitlich verwendetes Begriffssystem in den Curricula erschwert wird. Dennoch lassen die Benennungen der Inhalte Rückschlüsse zu. Ermittelt werden können insbesondere unterschiedliche Organisationsstrukturen der Themenverteilungen im Schuljahr. Das Ergebnis ist den Tabellen 3–5 zu entnehmen. Dabei zeigt Tabelle 3 Bundesländer mit einer freien Auswahl definierter Themen, die alle durchgeführt werden müssen. Thüringen (Tabelle 4) definiert die Themen, aber auch deren Abfolge. In Tabelle 5 definieren die Bundeslän-

der Schwerpunkte, innerhalb derer Themen selbst gewählt werden können.

Weiterhin wird deutlich, dass sich die Inhalte des Lernbereichs „Natur und Technik“ in Bayern vorwiegend an den Fachdisziplinen „Biologie“ und „Informatik“ orientieren.

Die anderen Bundesländer formulieren Themenkomplexe bzw. legen Schwerpunkte fest (z. B. „Luft und Feuer“ in dem Fach „Naturphänomene“ in Baden-Württemberg). Problematisch scheint außerdem die Reduzierung der in der Fachbeschreibung versprochenen technikwissenschaftlichen Kontexte auf informationstechnische Teilgebiete (z. B. „Informatik“ in dem Fach „Natur und Technik“ in Bayern). Ebenso erfährt die chemische und physikalische Perspektive häufig eine Verkürzung (z. B. findet sie keine Verankerung in dem Fach „Mensch-Natur-Kultur“ in Thüringen).

Disziplin	Biologie	Chemie	Physik	Technik
Autorin/Autor	Gropengießer & Kattmann (2006) Spörhase-Eichmann & Ruppert (2004) Berck (2005)	Pfeifer, Lutz & Bader (2002) Kometz (1998) Rossa (2005)	Wiesner, Schecker & Hopf (Hrsg.) (2011) Kircher et al. (2009) Bleichroth et al. (1999)	Schmayl (2010) Hüttner (2009) Henseler & Höpken (1996)

Tab. 6: Übersicht zu der Literatur der Fachdidaktik

Als Gemeinsamkeit der Bundesländer Bayern und Thüringen kann der Beginn des Schulfaches mit dem Schwerpunkt bzw. dem Modul „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ genannt werden.

Zusammengefasst weisen die Analysen zur Fachnotation, zu den Unterrichtsformen und Inhalten eine große Heterogenität auf, so dass eine gemeinsame Basis einer natur- und technikwissenschaftlichen Disziplin ausgeschlossen werden kann.

3.3 Ergebnisse der Analyse von Gemeinsamkeiten und Differenzen der Fachdidaktiken

Ein interdisziplinäres didaktisches Konzept „Natur und Technik“ erfordert zunächst die Sichtung der disziplinen-eigenen, also fachspezifischen Inhalte und Methoden der beteiligten Fachdidaktiken. So wird ermittelt, welche Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede Berücksichtigung finden müssen. Dieses Vorgehen erfolgt in Form einer Dokumentenanalyse (Mayring 1999). Als Datenmaterial werden hierfür Publikationen in den Fachdidaktiken der Fächer Biologie, Chemie, Physik und Technik zu Grunde gelegt.

Dabei erfolgt die Auswahl entsprechender Literatur mit Hilfe von Experteninterviews (Mayer 2008).

Um die aus dieser Literatur entnommene Fülle des Datenmaterials beherrschbar zu machen, wird die Globalauswertung nach Legewie (1994) angewendet. Sie ermöglicht eine breite, übersichtsartige und zügige Auswertung der Dokumente, die in Teilen nach Konzepten, Kontexten und Methoden gesichtet werden (Bortz & Döring, 2006). Dabei zeigt sich, dass Konzepte und Kontexte in den hier untersuchten unterschiedlichen Fachdidaktiken in ihren Begrifflichkeiten und Kategorien zu heterogen sind, um eine Systematisierung für eine neue didaktische Konzeption vorzunehmen.

Jedoch lassen sich hinsichtlich der Methoden Gemeinsamkeiten und Unterschiede ermitteln. Hier liegt didaktisches Potenzial sowohl für eine Synthese als auch für eine Distinktion als Grundannahmen des interdisziplinären Konzepts „Natur und Technik“.

Tabelle 7 zeigt die unterschiedlichen Methoden der naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken, wobei Gemeinsamkeiten deutlich zu erkennen sind. Insbesondere das „Experiment“ und das „Modell“ finden

Fachdidaktik	Biologie	Chemie	Physik
Methoden	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elementare Erkundungsformen (Betrachten, Beobachten, Untersuchen) ■ Das Vergleichen ■ Arbeit mit Lupe und Mikroskop ■ Experiment und Modellbildung ■ Sachgerecht auswerten und dokumentieren ■ Protokollieren, Zeichnen, Mathematisieren ■ Sammeln und Ausstellen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Exakte, objektive, vorurteilsfreie Beobachtung ■ Ordnen, Systematisieren, Klassifizieren und Vergleichen der Fakten sowie das Herstellen von Kausalbeziehungen ■ Modelleinsatz und das Denken in Modellen ■ Experiment (induktiv und deduktiv) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Experiment (induktiv und deduktiv) ■ Modell ■ Problematisierung ■ Hypothesenbildung ■ Laborieren ■ Deutung von Effekten und Messwerten

Tab. 7: Methoden in den Fachdidaktiken der Naturwissenschaften

Fachdidaktik	Technik		
Autoren	Schmayl (2010)	Hüttner (2009)	Henseler & Höpken (1996)
Methoden	<p>Sachdimension erschließend</p> <p>Genetisch-produktives Lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Technisches Experiment ■ Konstruktionsaufgabe ■ Fertigungsaufgabe ■ Instandhaltungsaufgabe ■ Recyclingsaufgabe <p>Instruierend-analytisches Lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Lehrgang ■ Produktanalyse <p>Humandimension erschließend</p> <p>Genetisch-produktives Lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Projekt ■ Fallaufgabe ■ Planspiel <p>Instruierend-analytisches Lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Erkundung ■ Technikstudie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lehrgang ■ Projektbearbeitung ■ Experiment ■ Leittextgestütztes Lernen ■ Konstruieren ■ Fertigen ■ Technische Analyse ■ Technische Erkundung ■ Fallstudie ■ Konferenzmoderation ■ Planspiel 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lehrgang ■ Konstruktionsaufgabe ■ Herstellungsaufgabe ■ Konstruktions- und Herstellungsaufgabe ■ Technisches Experiment ■ Technische Analyse ■ Technische Erkundung ■ Technische Bewertung ■ Projekt ■ Fallstudie ■ Expertenbefragung

Tab. 8: Methoden in den Fachdidaktiken der Technikwissenschaften

in allen drei Fachdidaktiken Anwendung. Elementare Erkundungsformen, wie z. B. das Beobachten, sind auch grundlegende Prinzipien des Experiments und können auch in der Fachdidaktik Physik unterstellt werden.

Tabelle 8 zeigt die Methoden unterschiedlicher Ansätze der Fachdidaktik Technik. Dabei ergeben sich methodische Gemeinsamkeiten in den Bereichen „Technisches Experiment“ bzw. „Experiment“ und „Konstruktionsaufgabe“ bzw. „Konstruieren“. Weitere gemeinsame Methoden wie z. B. „Lehrgang“ oder die ‚Fallstudie‘ sind nicht fachspezifisch, sondern auch in anderen Fachdidaktiken enthalten (Peterßen, 2001).

Ein Vergleich beider Tabellen zeigt die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der ausgewählten Fachdidaktiken. Dabei ist das Experiment als Methode sowohl in den Naturwissenschaften als auch in der Technik zu finden, wenngleich ein Unterschied in seiner Intention liegt. Die naturwissenschaftlichen Experimente haben zumeist eine kausale Intention, während das technische Experiment final orientiert ist.

In der Analyse wird jedoch ein Unterschied erkennbar: Die hier analysierten Didaktiken werten das „Modell“ als primär naturwissenschaftliche Methode und die „Konstruktionsaufgabe“ als primär technikwissenschaftliche Methode.

3.4 Zusammenfassung der Analyseergebnisse und Fazit

Die Analysen zur aktuellen Situation der natur- und technikwissenschaftlichen Bildung zeigen, dass diese in den Gymnasialklassen fünf und sechs hinsichtlich ihrer Denotation, ihrer Unterrichtsform und Inhalte sehr heterogen ist.

Dabei lassen die Fachdenotationen keine gesicherten Rückschlüsse auf fachliche Inhalte zu.

Die Unterrichtsformen weisen ein breites Spektrum auf.

Die Inhaltsauswahl unterscheidet sich fast vollständig voneinander. Dabei kommt es aufgrund unausgewogener Verteilung zugunsten biologischer Inhalte zu Verkürzungen der chemischen, physikalischen und technischen Perspektive.

Eine institutionelle Verankerung ist zwar gegeben, jedoch fehlt eine grundlegende Konzeption interdisziplinärer natur- und technikwissenschaftlicher Bildung.

Eine Systematisierung bezogen auf Konzepte und Kontexte in den Fachdidaktiken konnte aufgrund

eines fehlenden, gemeinsamen, interdisziplinären Begriffs- und Kategoriensystems nicht vorgenommen werden.

Im Gegensatz dazu eignen sich die Methoden in den Fachdidaktiken, Gemeinsamkeiten und Unterschiede für ein interdisziplinäres Konzept zu identifizieren. Als methodische Gemeinsamkeit für die Fachdidaktiken wurde das „Experiment“ ermittelt. Als Unterschiede werden fachspezifische Methoden wie z. B. die „Konstruktionsaufgabe“ identifiziert.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für die implementierten natur- und technikwissenschaftlichen Lernbereiche keine didaktische Konzeption zu Grunde liegt.

Ein interdisziplinärer Lernbereich „Natur und Technik“ erfordert daher umso mehr eine wissenschaftlich begründete didaktische Konzeption mit der Herausforderung, die Fachspezifika der einzelnen Fachdidaktiken interdisziplinär zu verknüpfen.

4 Entwicklung eines interdisziplinären didaktischen Modells „Natur und Technik“

4.1 Theoretischer Bezugsrahmen

Im folgenden Abschnitt wird der theoretische Bezugsrahmen des zu konzipierenden didaktischen Konzepts „Natur und Technik“ vorgestellt.

Dabei werden zunächst die Grundzüge der systemisch-konstruktivistischen Didaktik nach Reich (2005) dargestellt. Sie bilden das Fundament der didaktischen Konzeption und werden entsprechend der Anwendung im natur- und technikwissenschaftlichen Bildungsbereich modifiziert.

In einem zweiten Schritt wird Problemlösen theoretisch hergeleitet und ebenfalls als Grundannahme determiniert. Interdisziplinarität begründet sich aus den eingangs genannten Bildungszielen bereits als Grundannahme.

Aus diesen Grundannahmen werden dann didaktische Grundprinzipien abgeleitet und expliziert.

In einem dritten Schritt werden die entwickelten Grundannahmen in einem Modell synthetisiert.

I. Die konstruktivistische Erkenntnistheorie als Grundannahme

War es im deutschen Naturwissenschaftsunterricht weitgehend Praxis, durch fragend-entwickelnden Unterricht Lernende zu instruieren und rezeptive Wissensbestände zu vermitteln, so haben besonders die Ergebnisse von TIMSS und PISA Einfluss auf die

Weiterentwicklung solcher Unterrichtspraxis genommen (Stigler et al. 1999; OECD 2001, 2006). Um das Outcome der Lernenden zu verbessern und aktives Wissen zu entwickeln, soll der Lernende seine Wirklichkeit auf der Basis seiner vorhandenen Vorstellungen selbst konstruieren. Damit liegt der Unterrichtsgestaltung ein pragmatisch-konstruktivistisches Modell vom Lehren und Lernen zu Grunde, dessen Ziel es ist, Möglichkeiten zu schaffen, dass sich der Lernende Wissen aus objektivierten Wissensvorräten aneignet und in bereits bestehende Wissensstrukturen integriert (vgl. Mantura 1978; Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001; Duit 1995; Mammes 2008).

Hier schließt Reichs (2005) konstruktivistische Didaktik für alle Fächer an. Ihre konstruktive Erkenntnisgewinnung bewegt sich nach Reich in einem didaktischen Dreiklang von drei Denk- und Handlungsweisen: dem Erfinden (Konstruktion), dem Entdecken (Rekonstruktion) und dem Enttarnen (Dekonstruktion). Im Zentrum dieser Didaktik stehen Konstrukte ideeller bzw. materieller Art, die konstruiert, rekonstruiert und dekonstruiert werden.

Erfinden (Konstruktion)

Der Schwerpunkt dieser Denk- und Handlungsweise liegt auf der Entwicklung von eigenen Ideen und Gedanken der Lernenden und auch deren praktischer Umsetzung (Reich 2005).

Entdecken (Rekonstruktion)

Die zweite Denk- und Handlungsweise ist das Entdecken (Rekonstruktion). Die Notwendigkeit des Entdeckens basiert darauf, dass nicht jede Erkenntnis

durch eigene Erfindung erzeugt werden kann. Deshalb müssen ggf. die Erfindungen anderer „nachentdeckt“ werden (vgl. Reich 2005). Entscheidend für den Lernerfolg ist hierbei auch, dass Hintergrund und Motivation des Entdeckers beleuchtet werden (vgl. Reich 2005; vgl. Graube 2013b).

Enttarnen (Dekonstruktion)

Das Enttarnen (Dekonstruktion) bildet die dritte Denk- und Handlungsweise. Der Fokus liegt hierbei auf dem Infragestellen des Konstruierten und Rekonstruierten. Dabei sollen Gegensätze, Ambivalenzen und Hintergründe aufgedeckt werden (vgl. Kron 2004; Reich 2005). Diese kritisch-reflexive Metaebene des Enttarnens kann und sollte sich auf die eigenen oder auch fremden Konstrukte beziehen (vgl. Graube 2013b).

Darüber hinaus unterscheidet Reich (2005) grundsätzlich drei unterschiedliche Konstruktionstypen:

- Symbolische Konstruktionen: Zeichensysteme in Form von Zeichnungen, Texten, theoretischen Modellvorstellungen, wissenschaftlichen Aussagen u. a.
- Imaginäre Konstruktionen: Vorstellungen, Assoziationen, Implizites, Intuitives, Wünsche, Bedürfnisse, Phantasien, Ideen, Motivation
- Reale Konstruktionen: reale Gegenstände, reale Erfahrungen.

II. Das Problemlösen als Grundannahme

Als Problemlösen wird Denken bezeichnet, das darauf gerichtet ist, ein Hindernis zu überwinden, das das Individuum von einem Ziel trennt (Krech et al. 1985). Viele Probleme erfordern jedoch nur die Reproduktion bereits existierender Lösungen in einer wirksamen Anpassungsleistung. Erst wenn dieses Wissen nicht ausreicht, einen Zielzustand anzustreben, gelangen Problemlöseverfahren zur Anwendung (Edelmann 2000).

Das Problem in Abgrenzung zur Aufgabe

Grundsätzlich ist zunächst zwischen Problem und Aufgabe und damit zwischen Problemlösung und Aufgabebearbeitung zu unterscheiden. Dabei ist der Grad der Bestimmtheit bzw. Unbestimmtheit entscheidend. Während Aufgaben mit definiertem Ziel und bekannten Mitteln auf bekannte Weise gelöst werden, ist ein Problem durch Unbestimmtheit in den Elementen, (1) Anfangszustand, (2) Zielzustand und (3) Wege zur Lösung definiert (Newell & Simon 1972, zit. in Zimbardo, Gerrig 2004, S. 372; vgl.: Edelmann & Wittmann 2012):

1. Anfangszustand mit unvollständigen Informationen oder mit einer unbefriedigenden Zustandslage
2. Zielzustand, der erreicht werden soll, wobei nicht immer alle Zielkriterien festliegen
3. Vorgehen (Mittel), um ausgehend vom Anfangszustand den Zielzustand zu erreichen

Zusätzlich beschreiben Edelmann & Wittmann (2012) die Barriere, die die Überführung des Anfangszustands in den Zielzustand zunächst verhindert, als Merkmal eines Problems.

Problemtypen

Je nach Barrieretyp werden unterschiedliche Problemtypen unterschieden (vgl. Pahl et al. 2003, Dörner 1986; Edelmann 2000):

Darüber hinaus werden zwei grundsätzliche Problemarten unterschieden. Geschlossene Probleme haben nur eine richtige Lösung, offene Probleme haben dagegen mehrere bis unendlich viele Lösungen.

Problemlöseprozess

Der Problemlöseprozess wird in unterschiedlichen Konzepten beschrieben (Krech et al. 1985; Edelmann & Wittmann 2012). Edelmann (2000) fasst die zentralen Gesichtspunkte verschiedener Konzepte zusammen und entwickelt das nachfolgende Ablaufmodell des Problemlösens, welches aus vier Stadien besteht:

Barriere	Mittel/Operator	Zielzustand	Problemlösung	Problemtyp
Synthesebarriere	unbekannt	definiert	Mittel finden	Syntheseproblem (Operatorproblem)
Interpolationsbarriere	bekannt, hohe Anzahl	definiert	Kombination und Reihenfolge der Mittel finden	Interpolationsproblem (Kombinations- oder Auswahlproblem)
dialektische Barriere	bekannt	unscharf definiert	Lösungsentwurf muss auf Widersprüche geprüft, geändert, erneut geprüft werden usw.	Dialektisches Problem (Such- und Anwendungsproblem)

Tab. 9: Problemtypen

1. **Problemraum:**
Er beinhaltet die innere Repräsentation der Problemsituation und umfasst eine Problemanalyse (Edelmann & Wittmann 2012).
2. **Situationsanalyse:**
Das Problem wird definiert. Im Zentrum stehen dabei die Ziel- und Konfliktanalyse.
3. **Suchraum:**
Er entsteht in der Verbindung von Merkmalen der Problemsituation mit den Handlungsmöglichkeiten des Problemlösers und umfasst verschiedene Formen des Problemlösens.
4. **Lösung und Evaluation:**
Die Lösung wird nach eingesetzten Maßnahmen und Ökonomie bewertet und ggf. modifiziert. Die Lösung steht für zukünftige ähnliche Probleme zur Verfügung (Transfer) (Edelmann & Wittmann 2012).

Ehrlenspiel (2003 zit. nach Lindemann 2006) konkretisiert die eher abstrakten Stadien Edelmanns in ein konkretes Vorgehen beim Problemlösen. Dabei schließen einzelne Schritte unter Umständen wieder an vorangegangene an, sodass ein Vorgehenszyklus entsteht:

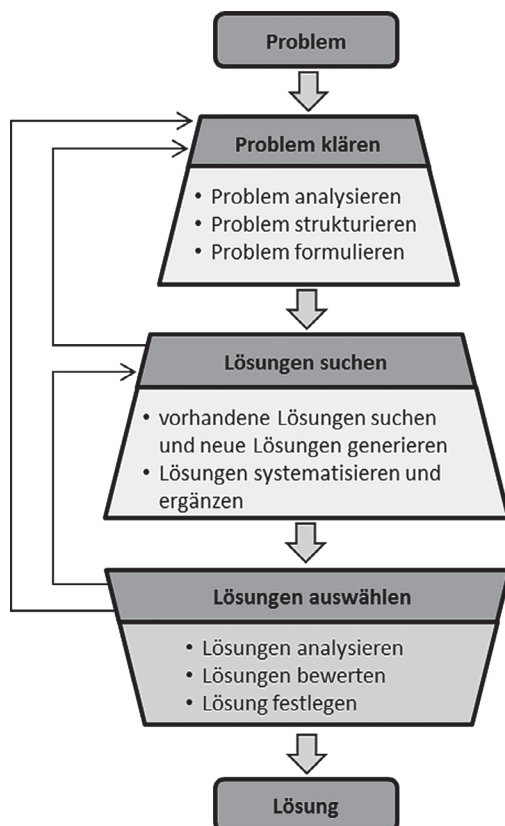


Abb. 1: Vorgehenszyklus beim Problemlösen (Quelle: Ehrlenspiel 2003, zit. in Lindemann 2006, S. 42)

Zur Lösung von Problemen braucht man sowohl ein bestimmtes Faktenwissen (epistemische Struktur) als auch bestimmte Methoden zur Lösungsfindung (heuristische Struktur) (Pahl et al. 2003, S. 59). Edelmann (2000) nennt darüber hinaus noch Motivation als ein wesentliches Personenmerkmal.

Problemlösemethoden

Zum Lösen von Problemen lassen sich im Wesentlichen fünf Formen unterscheiden:

- Problemlösen durch Versuch und Irrtum
- Problemlösen durch Umstrukturierung
- Problemlösen durch Anwendung von Strategien
- Problemlösen durch Kreativität
- Problemlösen durch Systemdenken (Edelmann 2000)

Bedeutung des Problemlösens für schulisches Lernen

Mehrere Gründe sprechen lernpsychologisch für eine Problemorientierung beim Lernen (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1999):

- Probleme wecken im besonderen Maße das Interesse und motivieren zu einer aktiven Auseinandersetzung mit neuen Inhalten.
- Mit Problemen können Lernende sich selbstgesteuert beschäftigen und entwickeln ein Gefühl der Autonomie.
- In den Prozess des Problemlösens können Lernende eigene Vorerfahrungen einbringen und daran anknüpfend konstruktiv tätig sein.
- Probleme konstituieren sich aus einem spezifischen Kontext und tragen situative Merkmale.
- Darüberhinaus eignen sich Probleme gut für kooperatives Problemlösen und den damit verbundenen sozialen Austauschprozessen.

Für einen problemorientierten Unterricht sollen daher Probleme gewählt werden (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1999, S. 38–39),

- die entweder authentisch sind oder Bezug zu authentischen Situationen/Ereignissen haben,
- die für die Lernenden relevant sind,
- die Aktualität und allgemeine oder persönliche Brisanz besitzen,
- die neugierig und auch betroffen machen.

Reinmann-Rothmeier & Mandl (1999) heben bei der Gestaltung problemorientierten Unterrichts insbesondere die Bedeutung der instruktionalen Unterstützung

hervor. Dabei sollen instruktionale Phasen mit aktiv-konstruktiven Lernprozessen verknüpft werden.

Darüber hinaus muss Unterricht zunächst die zunehmende Prozeduralisierung von spezifischen Fertigkeiten zur Aufgabenlösung entwickeln und darauf aufbauend Flexibilität und Anpassungsfähigkeit dieser Fertigkeiten bei problemlösendem Denken fördern (Seel 2000).

4.2 Ableitung didaktischer Grundprinzipien für ein interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“

Unterrichtsprinzipien sind generell handlungsleitende Grundsätze der methodischen Unterrichtsgestaltung (Köck & Ott 1994; Peterßen 2001). Sie stellen die Auseinandersetzung mit der Sache in einer gewünschten methodischen Form sicher (z. B. Prinzip der Anschaulichkeit). Daher kommen neben fächerübergreifenden Prinzipien in einem interdisziplinären Konzept „Natur und Technik“ auch besondere konzeptinhärente Prinzipien zum tragen:

Grundprinzip der erkenntnistheoretischen Orientierung

Erfinden, Entdecken und Enttarnen werden dem Modell als Basismethoden der Erkenntnisgewinnung zugrunde gelegt. Die Methoden gehen ineinander über, wobei das Enttarnen eine Meta-Methode darstellt, die Erfinden und/oder Entdecken immer wieder neu auslösen kann. Aufgrund der Tatsache, dass der Begriff Enttarnen in den Didaktiken der Naturwissenschaften einem anderen Verständnis unterliegt, wird im Weiteren die Begrifflichkeit Reflektieren und Bewerten verwendet.

Darüber hinaus sollen sich die Basismethoden möglichst immer sowohl auf der Realebene (Natur als Gegebenes, Technik als Geschaffenes) als auch auf der Symbolebene (z. B. Berichte, Dokumentationen, Zeichnungen) wiederfinden.

Grundprinzip des Problemlösens

Aus dem Grundprinzip der Interdisziplinarität ergibt sich demnach, dass der Prozess der Problemlösung im Zentrum des Modells steht. Das heißt, die Erkenntnisgewinnung fokussiert auf den Zusammenhang zwischen Problem und Problemlösung. Probleme stellen somit den Ausgangspunkt von aktiv-konstruktiven Lernprozessen dar, bei denen Lernende instruktional unterstützt werden können. Damit dieses Grundprinzip in der nachfolgenden Handreichung sichtbar bleibt, sollen die zu erstellenden Unterrichtsskizzen

mit einem Problemlöseablaufplan unterlegt werden (vgl. Musterbeispiele).

Dafür werden nachfolgend die Problemlösestadien in Anlehnung an Edelmann (2000) und der Verlaufszyklus in Anlehnung an Ehrlenspiel (2003) zusammengeführt.

Dabei werden die Stadien auf drei reduziert und umbenannt. Diesen modifizierten Stadien werden dann die entsprechenden Problemlöseschritte zugeordnet: Problemlöseablauf

1. Problemraum (Problem klären)
 - Problem analysieren
 - Problem strukturieren
 - Problem formulieren
2. Suchraum (Lösung suchen)
 - Vorhandene Lösungen suchen
 - Neue Lösungen generieren
3. Lösungsraum (Lösung auswählen)
 - Lösungen analysieren
 - Lösungen bewerten
 - Lösung auswählen
 - Lösung evaluieren

Grundprinzip der Methodenverknüpfung zur Problemlösung

Aus dem Grundprinzip der Interdisziplinarität ergibt sich weiterhin, dass die Methoden zur Problemlösung aus den Disziplinen verknüpft werden. Die Methoden Experimentieren, Modellbildung und technisches Konstruieren werden daher aufeinander bezogen.

Grundprinzip der Orientierung am Alltag/an der Lebenswelt

Die zu thematisierenden Probleme und Problemlösungen aus Natur und Technik müssen sich am Alltag und an der Lebenswelt der Lernenden orientieren (Köck & Ott 1994, 555). Dabei lehnt sich die Auslegung des Grundprinzips auch an dem übergreifenden Unterrichtsprinzip der Lebensnähe an. Gleichzeitig sollen sie Zukunftsbedeutung haben. Solche Zukunftsthemen sind beispielsweise Energie, Mobilität oder Ernährung und Gesundheit.

4.3 Interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“

Abbildung 2 zeigt das aus den Prinzipien abgeleitete interdisziplinäre didaktische Modell „Natur und Technik“. Im Mittelpunkt des Modells steht der Prozess der Problemlösung, also der Zusammenhang zwischen Problem, Problemlösung und Ergebnis. Dabei kann der Problem-Problemlösungs-Zusammenhang durch

die drei Denk- und Handlungsweisen in Anlehnung an die systemisch-konstruktivistische Didaktik Reichs strukturiert werden.

Erfinden/Konstruieren und Entdecken/Rekonstruieren unterscheiden sich dabei grundsätzlich durch den Grad der Strukturierung. Beim Erfinden/Konstruieren wird, ausgehend von einer Problemstellung, eine eigene Problemlösung entwickelt, die für den Lernenden neu ist. Das Ergebnis ist offen, z. B.

- Bau eines Bootes mit gegebenen Anforderungen ohne Bauplan/Anleitung
- Eigenständige Planung, Durchführung und Auswertung eines Experimentes

Beim Entdecken/Rekonstruieren wird eine Problemlösung nachvollzogen, d. h., die Methode geht von fremden Konstruktionen aus, die im Verlaufe der Auseinandersetzung zu eigenen Konstruktionen führen – das Ergebnis ist zum großen Teil vorbestimmt und erwartbar, z. B.

- Bau eines Bootes mit Bauplan/Anleitung
- Experimentieren nach Anleitung

Reflektieren und Bewerten beziehen sich sowohl auf die eigene Problemlösung als auch auf die nachvollzogene Problemlösung und stellen sie infrage. Dadurch kann Erfinden und Entdecken wieder neu initiiert werden. Dabei können Instruktionen das Lernen anregen (Reinmann & Mandl 2006).

Die nachfolgende Abbildung soll Denk- und Handlungsweisen in einem interdisziplinären Modell „Natur und Technik“ veranschaulichen.

In diesem Modell wird der Konstruktionstyp des Imaginären nicht expliziert, da das Imaginäre immer unterschwellig vorhanden ist. Jedoch enthält das Modell explizit die Symbol- und Realebene, die immer miteinander in einen Zusammenhang zu stellen sind:

- Symbolische Konstruktionen auf der Zeichenebene (z. B. Dokumentationen, Protokolle, technische Zeichnungen, Pläne, Abbildungen, Anweisungen, Texte, theoretische Modellvorstellungen u. a.), die zur Problemlösung beitragen
- Reale Konstruktionen durch die Arbeit mit Materialien, Werkzeugen, Instrumenten, Laboreinrichtungen, Versuchsaufbauten u. a., um reale Prozessabläufe und reale Produkte zu erreichen, die zur Problemlösung beitragen

4.4 Didaktische Handlungsprinzipien für das Konzept „Natur und Technik“

In Abhängigkeit von der spezifischen Problemstellung lassen sich zwei unterschiedliche didaktische Handlungsprinzipien zu Natur und Technik entwickeln. Diese Prinzipien spiegeln einerseits eher naturwissenschaftliche Denk- und Handlungsabläufe (Leitlinie Forschen) und andererseits eher technikwissenschaftliche Denk- und Handlungsabläufe (Leitlinie Entwickeln) wieder. Während das Handlungsprinzip Forschen primär erkenntnisgenerierend orientiert ist, ist das Prinzip Entwickeln primär technikgenerierend orientiert (vgl. Tabelle 2). Beide Prinzipien können, in Abhängigkeit von der Problemstellung und der pädagogischen Intention, auch verknüpft werden.

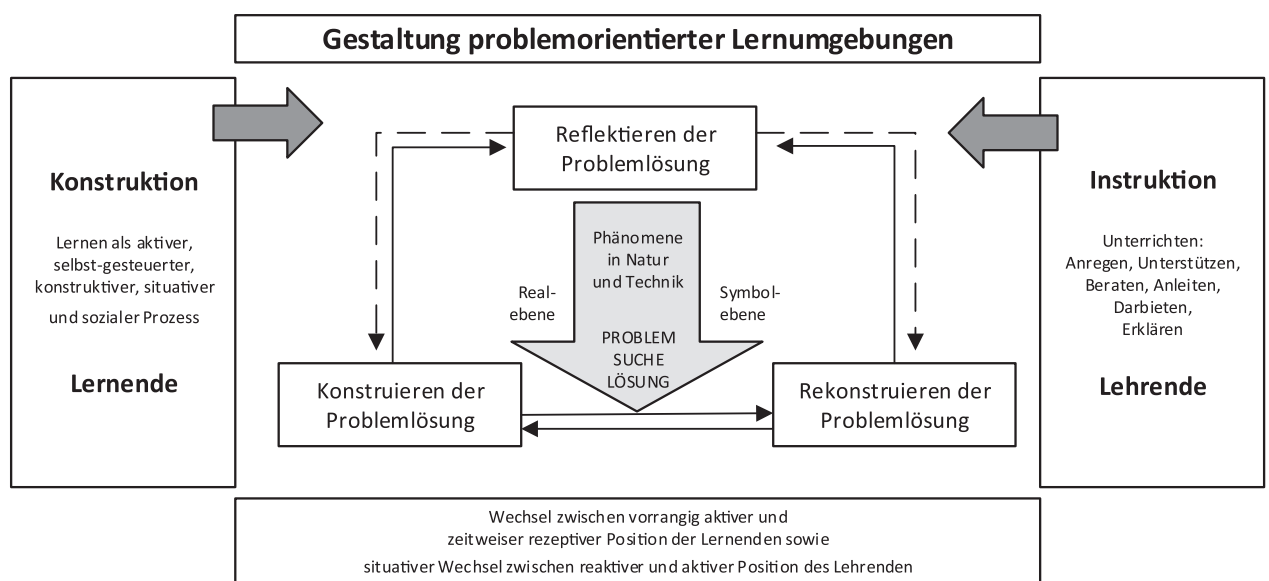


Abb. 2: Didaktisches Modell „Natur und Technik“ (nach Graube & Mammes 2013, 19)

	Handlungsprinzip FORSCHEN Primär erkenntnisgenerierend	Handlungsprinzip ENTWICKELN Primär technikgenerierend
Anfangszustand	Unvollständiges Wissen	Unbefriedigender Zustand
Zielzustand	Wissenszuwachs, Erkenntnis	Befriedigender Zustand, Eingriff
Vorgehen (Mittel)	Experimentieren	Konstruieren
Motivation/Antrieb	Neugier (Homo investigans)	Bedürfnisbefriedigung (Homo creator)
Problem-Lösungs-Zusammenhang	Frage - Antwort	Technisches Problem - technische Lösung
Zielrichtung	Kausale Orientierung (In die „Black Box“ hineinschauen)	Finale Orientierung („Black Box“ bauen)

Tabelle 10: Handlungsprinzipien für Lernprozesse „Forschen“ und „Entwickeln“

Handlungsprinzip Forschen – ein erkenntnis-generierender Zugang

Forschen ist auf Erkenntnisgewinn gerichtet. Ausgehend von einer Wahrnehmung wird ein natürliches und/oder technisches Phänomen untersucht. Forschen lässt sich dabei in Schritte untergliedern, die sich in einem Kreislauf abbilden lassen und rekursiv angelegt sein können. Dabei ist der Einstieg in den Prozess zumeist erst explorativ. Durch entsprechende Lernbegleitung kann daraus eine systematische, wissenschaftsorientierte Beschäftigung mit dem Phänomen entstehen.

Zur Initiierung einer solchen zielgerichteten Auseinandersetzung kann ein „didaktisches Handlungsprinzip Forschen“ Hilfestellung leisten:

1. Natürliches oder technisches Phänomen wahrnehmen
2. Frage formulieren
3. Antwort suchen
4. Antwort formulieren
5. Erkenntnis reflektieren

Der Problem-Lösungs-Zusammenhang stellt sich beim forschenden Denken und Handeln zur Untersuchung eines Phänomens in einem Frage-Antwort-Zusammenhang dar.

Handlungsprinzip Entwickeln - ein technik-generierender Zugang

Entwickeln im erkenntnistheoretischen Sinne ist auf das Generieren eines ideellen und/oder materiellen Konstruktes gerichtet. Ausgehend von einem unbefriedigenden Ausgangszustand (Bedürfnislage) wird im technischen Handeln eine technische Problemlösung entwickelt, geprüft und ggf. optimiert. Entwickeln lässt sich ebenfalls in ein didaktisches Handlungsprinzip mit verschiedenen Phasen untergliedern:

1. Technisches Phänomen mit spezifisch technischen Problem wahrnehmen
2. Technisches Problem formulieren
3. Vorhandene oder neue technische Lösungsideen suchen
4. Technische Lösungen umsetzen, testen und optimieren
5. Technische Lösung reflektieren

Der Problem-Lösungs-Zusammenhang stellt sich beim entwickelnden Denken und Handeln in der Beziehung „technisches Problem – technische Lösung“ dar.

Verknüpfung der Handlungsprinzipien Forschen und Entwickeln

Technische Lösungen sind auch möglich, wenn die naturgesetzlichen Zusammenhänge nicht bekannt oder noch nicht erkannt sind. Das Wissen von naturgesetzlichen Zusammenhängen, das beispielsweise durch Forschen erlangt werden kann, erleichtert jedoch die Problemlösung. Umgekehrt kann das Erforschen eines Naturphänomens dazu führen, dass Kinder ein technisches Problem erkennen, das sie auch lösen wollen.

5 Fazit

In einer technisierten Gesellschaft wird die Auseinandersetzung mit Technik immer bedeutsamer. Dabei geht es nicht nur um die Ausbildung technikmündiger Gesellschaftsmitglieder, sondern auch um stetige Innovationen. In Entwicklungsprozessen solcher technischen Neuerungen macht sich der Mensch natürliche Gesetzmäßigkeiten nutzbar, greift durch Technik in Natur ein und verändert diese. Natur und Technik stehen dadurch in enger Verbindung.

Disziplinär angelegte Realbegegnungen von Schülerinnen und Schülern mit der Lebenswelt sind eher selten. Die von Kindern und Jugendlichen wahrgenommenen Phänomene sind zumeist hybrider Natur und nicht einer einzelnen Disziplin zuzuordnen. Besonders natürliche und technische Phänomene sind häufig eng miteinander verbunden. Daher sollte eine institutionell initiierte Auseinandersetzung in Schule dieser Verknüpfung folgen, jedoch dabei diszipliniertes methodisches Vorgehen berücksichtigen.

Zu diesem Zweck wurde ein didaktisches Konzept Natur und Technik entwickelt. Dieses ermöglicht

einen professionellen Zugang zur Interdisziplinarität, indem es durch didaktische Grundprinzipien und Handlungsprinzipien Unterstützung für das professionelle Handeln in diesem Feld gibt. Problemlöseprozesse stehen dabei in Anlehnung an pragmatisch-konstruktivistische Lernsettings immer im Zentrum. Zwei idealtypische didaktische Handlungsprinzipien geben Anleitung zur didaktischen Ausgestaltung typischer Handlungsabläufe in der Auseinandersetzung mit Phänomenen und Problemstellungen in Natur und Technik.

Dieses Konzept kann dabei ein Bildungsfundament ausgestalten, das interdisziplinäre Problemlösefähigkeit anbahnt, d. h. Wissen und Fertigkeiten aus unterschiedlichen Disziplinen zur Problemlösung verknüpft. Damit verfolgt das Konzept einen innovativen didaktischen Ansatz zur Vermittlung von MINT-Bildung, die integrativ verstanden und umgesetzt wird. Ein solches Konzept entbindet nicht von einer Disziplinentzung, denn jede Interdisziplinarität erfordert auch Disziplinarität. Insofern müssen sich diese Konzepte auch in Bildungsprozessen ergänzen.

6 Unterrichtsentwurf 1: Platzsparendes Falten - der Kniff mit dem Knick

Zum Thema

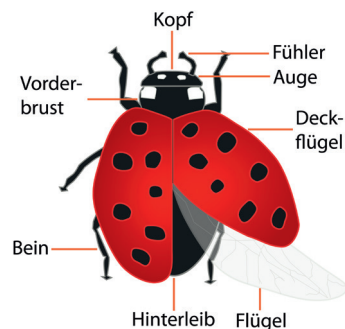
Wie verpackt der Marienkäfer seine Flügel? (nach der Idee von Sonja Münch – GHS Georgsschule Euskirchen/ Sibylle Eisenbach, Patrizia Schröder, Frauke Strang – Emil-Fischer Gymnasium Euskirchen)

Zur Sache

Der halbkugelige, flugfähige Marienkäfer ist in Deutschland weit verbreitet und auch als Schädlingsbekämpfer sehr bekannt. Insgesamt gibt es ca. 4.000 verschiedene Arten, die alle etwas gemeinsam haben: Unter ihren schützenden, harten Deckflügeln sind feine Hautflügel versteckt. Sie werden verstaut, indem sie platzsparend zusammengefaltet werden und bei Bedarf wieder entfaltet werden können. Dies erfordert komplexe Faltmuster und Techniken, um die Flügel entsprechend unterzubringen. Die Faltung dient dabei aber auch der Stabilität der Flügel.

Solche Faltmechanismen lassen sich überall in der Natur finden. So sind die Flügel des Schmetterlings im Raupenkokon eng zusammengefaltet, um auf geringem Raum Platz zu finden. Bei Hainbuchen sprießt das Laub im Frühjahr aus in sich gedrehten Blattknospen. Die Extraktion eines solchen Faltprinzips kann für technische Entwicklungen genutzt werden: So findet es in der Leichtbautechnik Anwendung, um ein besseres Verhältnis von Nutzlast zum Eigengewicht zu erzeugen und dadurch effizientere Tragwerkformen zu entwickeln. Aber auch bei Faltmöbeln oder einfach nur Landkarten kommt es zum Einsatz.

Auch die Miura-Faltung legt dieses Prinzip zu Grunde. Sie geht auf den japanischen Astrophysiker Koryo Miura von der Tokyo University zurück. Die Besonder-



Bildnachweis: „Marienkäfer Anatomie“ von Persian Poet Gal, edit Kólumbus

heit dieser außergewöhnlichen Faltung besteht in der einfachen Handhabung. Die gefalteten Flächen lassen sich auseinander- und zusammenfalten, indem sie nur an zwei Punkten bewegt werden müssen (vgl. <http://education.bionik-sigma.de/experimente/miura-faltung/>).

Zur Interdisziplinarität

Unterrichtsgegenstand ist hier, Problemlösungen der Natur nachzuvollziehen und auf technische Entwicklungen zu übertragen. Bionik ist ein interdisziplinäres Forschungs- und Entwicklungsfeld, welches auch im Alltag von unterschiedlichen Disziplinen (z. B. Natur- und Ingenieurwissenschaften, Architektur oder Design) bedient wird.

Zum Handlungsprinzip

Dieser Unterrichtseinheit liegt das Handlungsprinzip des Forschens zugrunde. Ausgehend von einem Phänomen der Natur wird dieses ergründet, um dann in einem Entwicklungsprozess als technische Problemlösung Anwendung finden zu können.

Zum Unterricht

Im Zentrum der Unterrichtseinheit steht ein fiktives Problem, das mittels eines Cartoons an die Schüler(innen) herangetragen wird: Ein Marienkäfer stolpert über seine Flügel. Dieser humorvolle Einstieg ermöglicht es den Schüler(innen), das Problem zu formulieren: Die Flügel sind in ihrem flugfähigen Format zu groß, um sich mit ihnen zu bewegen, wenn nicht geflogen wird.

Die Lernenden sollen nachfolgend mit eigenen Konstruktionen Lösungen erfinden. Mit der Präsentation der Miura-Faltung wird dann eine effiziente, fremde Konstruktion entdeckt und darüber die Problemlösung nachvollzogen, bewertet und reflektiert.

Die Lehrkraft sollte unbedingt ein Modell einer fertigen Miura-Faltung anfertigen. Anstelle einer 5x8-Felder-Faltung wird hier nur eine 3x4-Felder-Faltung verwendet. Das Prinzip bleibt gleich, aber die Faltungen mit weniger Feldern sind je nach Alter und Fähigkeiten der Lernenden einfacher zu handhaben.

Im Anschluss sammeln die Schüler Alltagssituationen, in denen Faltungen eine Rolle spielen (z. B. Regenschirm, Landkarten, Packungsbeilagen ...), um sie für den Nutzen von Faltungen zu sensibilisieren und zu veranschaulichen, dass es sich hier um ein Prinzip handelt.

Zur Vertiefung kann das Arbeitsblatt II als Hausaufgabe ausgeteilt werden. Dadurch sollen sie ein größeres Spektrum an Einsatzmöglichkeiten von Faltungen im Alltag kennenlernen.

Eine thematische Erweiterung kann mit der Fragestellung „Wer kann aus Papier die stabilste Brücke bauen?“ gefunden werden. Hier steht dann weniger das Platzsparen durch Faltung als viel mehr Stabilität durch Faltung im Mittelpunkt der Auseinandersetzung.

Zum Kompetenzzuwachs

Entwickeln eigener Problemlösungen, Rekonstruktion existierender Problemlösungen

Zum Material

Beamer oder OHP
Folie I
Papier für Miura-Faltung, Lineal, Stift, Schere
Arbeitsblatt I & II

Zum methodischen Zugang

Problemlösend, handelnd erforschend

Zur Problemstellung

Wie bringt der Marienkäfer seine Hautflügel unter?

Themen der notwendigen Unterrichtssequenzen

I. Wie verpackt der Marienkäfer seine Flügel?

Unterrichtsgeschehen

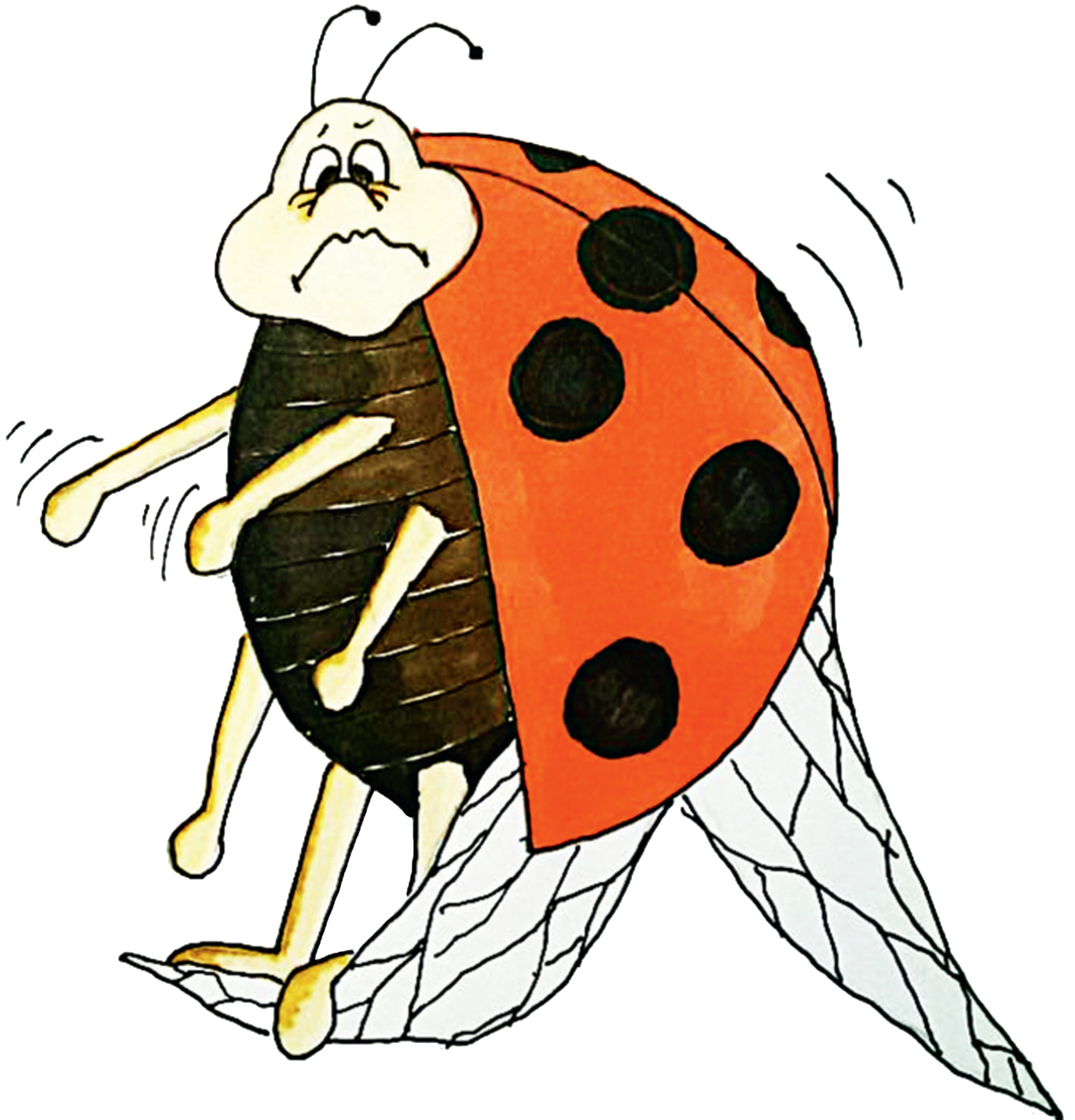
t	Geplanter Unterrichtsverlauf	Arbeits-, Sozial-, Aktionsform	Medien, Material	Didaktisch-methodischer Kommentar	Weiterführender Impuls
5	L legt Folie auf SuS erkennen das Problem des Marienkäfers	UG	Folie I	Problem erkennen	Folie I
	SuS formulieren – Istzustand: ungefaltete Flügel – Zielzustand: gefaltete Flügel – Konflikt: platzsparendes Zusammenfalten und leichtes Entfalten ist notwendig	UG	Folie I	Problem analysieren und strukturieren	
5	SuS formulieren das Problem: Wie gelingt es dem Marienkäfer, seine Flügel platzsparend und schnell zu falten und zu entfalten?	UG	Folie I	Problem formulieren	„Probiere ein Blatt so klein wie möglich zu falten und mit einem Zug zu öffnen!“
10	SuS experimentieren mit verschiedenen Faltungen	EA	Papier	Neue Lösungen generieren	„Wie sieht deine Lösung aus?“
5	Einige SuS stellen ihre Lösungen vor	Plenum	Faltungen	Lösungen evaluieren	„Probiert die Miura-Faltung aus!“
10	SuS falten die Miura-Faltung SuS vergleichen die Miura-Lösung mit den eigenen Lösungen	EA	Papier, AB I	Vorhandene Miura-Lösung falten und bewerten	„Wo triffst du im Alltag auf Faltungen?“
10	SuS sammeln schriftlich Alltagssituationen, in denen Faltungen eine Rolle spielen	PA	Heft	Lösung reflektieren	

Der Lehrer gibt eine Hausaufgabe auf (AB II) mit folgendem Arbeitsauftrag:

Lies den Text und ermittle, welche Aufgaben die Faltung haben kann!
Finde dazu Beispiele!

Arbeitsmaterial

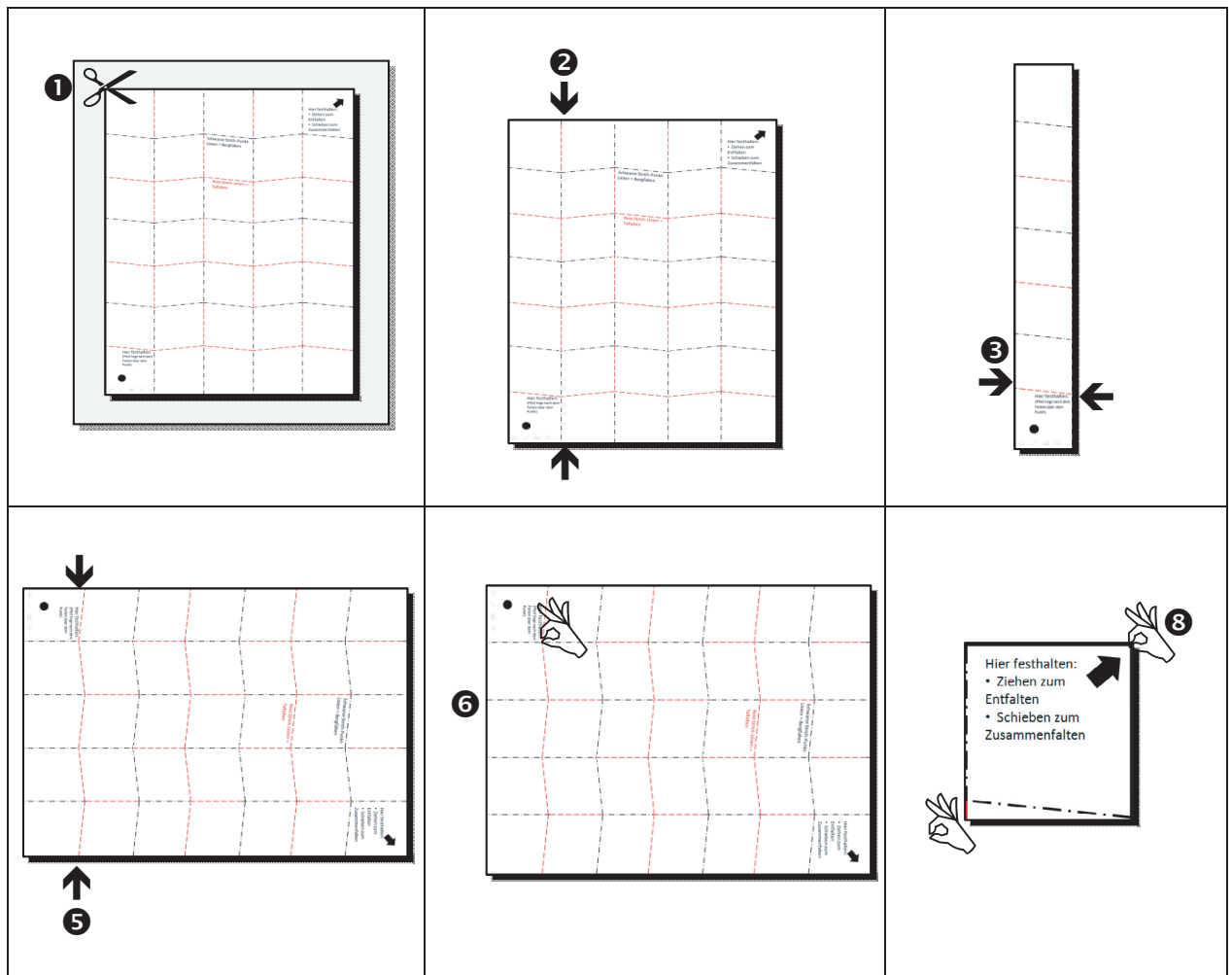
Folie I: Cartoon



Arbeitsblatt 1

Miura-Faltung (4x3 und 8x5 Felder)

1. Wenn auf dem Blatt ein Rand ist, wird dieser abgeschnitten! Dünneres (Kopier-) Papier macht die Aufgabe leichter!
2. Entlang der senkrechten Linien wird das Blatt im Zick-Zack (wie eine Ziehharmonika) gefaltet. Jede Falte auch in Gegenrichtung falten. Je schärfer die Falte, umso einfacher wird es am Ende! Es entsteht ein Streifen.
3. Die Querlinien auf dem Streifen werden gefaltet. Ebenso hier jede Falte auch in Gegenrichtung scharf falten.
4. Das Blatt wieder auseinanderfalten und quer legen.
5. Die vertikalen Falten werden nun in Bergfalten (schwarz) und Talfalten (rot) gelegt. Am besten links anfangen. **Achtung:** Das ist ein wenig knifflig, weil die Linien im Zick-Zack verlaufen.
6. Nun werden die horizontalen Falten abwechselnd als Berg- und Talfalten gelegt. Dabei am besten mit einer Hand die unteren Felder festhalten und mit der anderen die Falten formen. Dabei die Faltungen im Zick-Zack zusammenschieben. Das Feld mit dem Pfeil liegt am Ende oben und genau über dem unteren Feld mit dem Punkt.
7. Die Falten nochmals kräftig nachziehen.
8. Fertig! Das obere Feld (•) mit einer Hand festhalten. Mit der anderen Hand am unteren Feld (→) ziehen – die Faltung öffnet sich. Beim Zusammenschieben faltet sich das Blatt wieder zusammen!!!





Hier festhalten:

- Ziehen zum Entfalten
- Schieben zum Zusammenfalten

Schwarze Strich-Punkt-Linien = Bergfalten

Rote Strich-Linien = Talfalten

Hier festhalten.
(Pfeil liegt nach dem Falten über dem Punkt).





Hier festhalten:

- Ziehen zum Entfalten
- Schieben zum Zusammenfalten

Schwarze Strich-Punkt-Linien = Bergfalten

Rote Strich-Linien = Talfalten

Hier festhalten.
(Pfeil liegt nach dem Falten über dem Punkt)



Arbeitsblatt II

Interview mit Herrn Prof. Knitter

Reporter: Guten Tag, Herr Prof. Knitter. Für ordentlichen Gesprächsstoff haben die Thesen über das Thema Faltungen in ihrem letzten Vortrag gesorgt. Wie ist dies zu erklären?

Prof. Knitter: Bei einem so banalen Thema wie Faltungen denkt man gar nicht daran, wie vielfältig, schwierig und wichtig dieses Thema sein kann. Diese Kunst, Papier zu falten, heißt Origami und wurde bereits rund 100 v. Chr. in China mit Stoffen ausgeübt. Origami-Kraniche sind ein Symbol der internationalen Friedensbewegung und des Widerstandes gegen den Atomkrieg. In Japan und Israel gibt es bereits Schulen, in denen das Unterrichtsfach Origami eingeführt wurde. Hier ist der therapeutische und pädagogische Zugang besonders wichtig. Die Fähigkeiten der Feinmotorik und des akkuraten Arbeitens sowie geometrische Zusammenhänge werden geschult. Auch die soziale Komponente wird im Miteinander, in der Kommunikation, der Fremdwahrnehmung und der Selbstkontrolle gestärkt.

Reporter: Das haben Sie gut erklärt. Aber wozu sollen der Technik Faltungen dienen? Diese Thematik ist doch an den Haaren herbei gezogen!

Prof. Knitter: Diese Thematik ist so vielfältig, dass ich kaum weiß, wo ich beginnen soll Ihnen dies zu erklären. Hier kommt auch noch die Bionik mit ins Spiel. An Beispielen der Natur hat sich der Mensch bereits einiges abgeschaut und kann noch vieles lernen. Hier einige Beispiele: Faltungen von Palmbblättern zeigen eine enorme Stabilität für die Größe ihrer Fläche und dienen als Vorbild für die Leichtbauweise. In Blütenknospen sind Blätter ganz klein eingefaltet und breiten sich später gut und schnell aus. Auch für

den Bau von Funkmasten kann man von den Gräsern einiges lernen. Käfer falten ihre Flügel schützend und platzsparend unter ihre Deckflügel zusammen. Architekten und Statiker arbeiten mit Faltungen. Diese werden zum Beispiel beim Brückenbau eingesetzt, als Leichtbauprinzip für tragende Strukturen und wandelbare und flexible Konstruktionen. Das einfachste Beispiel ist die Stabilität, die bei der Herstellung von Wellpappe entsteht. Das Sonnensegel von Satelliten kann dank der Miura-Faltung platzsparend ganz klein eingefaltet sowie leicht und schnell wieder geöffnet werden. Der japanische Astrophysiker Koryo Miura hat sie entwickelt. Stadtpläne werden ähnlich der Miura-Faltung gefaltet. Auch die Autoindustrie arbeitet mit Faltungen. Denken Sie doch nur an die sogenannte Knautschzone. Sie rettet sogar Leben. Hier wird kinetische Energie, die beim Aufprall abgegeben wird, aufgefangen. Das Einfahren von Cabrio-Verdeckten sowie das Verstauen der Airbags sind weitere Beispiele für Faltungen. In der Medizin finden sie u.a. Anwendung bei der Herstellung von Stents. Diese Implantate werden in Blutgefäße eingeführt und sie öffnen sich an entsprechender Stelle.

Reporter: Ja, gut. Danke. Ich denke, das sind genug Beispiele!

Prof. Knitter: Oh, jetzt haben Sie aber einiges noch nicht berücksichtigt. Denken Sie doch nur an unseren Sprachgebrauch und an die vielen Floskeln zum Falten und Glätten:

„Hast du einen Knick in der Optik?“

„Der hat mich zusammengefaltet!“

„Das hab ich nochmal ausgebügelt.“

Reporter: Ich danke Ihnen für das Gespräch!

7 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tab. 1: Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Natur und Technik	9	Tab. 8: Methoden in den Fachdidaktiken der Technikwissenschaften	14
Tab. 2: Analyse der Fachdenotation	11	Tab. 9: Problemtypen	16
Tab. 3: Freie Auswahl definierter Themen (vgl. Bildungsserver 2013)	12	Tab. 10: Handlungsprinzipien für Lernprozesse „Forschen“ und „Entwickeln“	20
Tab. 4: Definierte Themen und definierte Abfolge (vgl. Bildungsserver 2013)	12	Abb. 1: Vorgehenszyklus beim Problemlösen (Quelle: Ehrlenspiel 2003, zit. in Lindemann 2007, S. 42)	17
Tab. 5: Definierte Schwerpunkte mit freier Themensetzung (vgl. Bildungsserver 2013)	12	Abb. 2: Interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“	19
Tab. 6: Übersicht zu der Literatur der Fachdidaktik	13		
Tab. 7: Methoden in den Fachdidaktiken der Naturwissenschaften	13		

8 Literatur

- Banse, G. (2013): Erkennen und Gestalten – oder: über Wissenschaften und Machenschaften. In: Bienhaus, W. & Schlagenhaut, W. (Hg.): Technische Bildung im Verhältnis zur naturwissenschaftlichen Bildung. BE.ER-Konzept, Offenbach am Main. S. 21–49.
- Barke, H.-D. & Harsch, G. (2001): Chemiedidaktik heute. Lernprozesse in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Berck, K.-H. (2005): Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- Bildungskommission NRW (1995): Zukunft der Bildung - Schule der Zukunft. Köln: Luchterhand.
- Bildungsserver (2013): Bildungspläne der Bundesländer für allgemeinbildende Schulen. (<http://www.bildungsserver.de/Bildungsplaene-der-Bundeslaender-fuer-allgemeinbildende-Schulen-400.html>, aufgerufen am 06.09.2013).
- Bleichroth, W.; Dahncke, H.; Jung, W.; Kuhn, W.; Merzyn, G. & Weltner, K. (1999): Fachdidaktik Physik. Köln: Aulis Verlag.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Dörner, D. (1986): Diagnostik der operativen Intelligenz. In: Diagnostica. 32. S. 290–308.
- Duit, R. (1995): Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftlichen Lehr-Lernforschung. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41, (6). 905-923.
- Edelmann, W. (2000): Lernpsychologie. Weinheim: Beltz.
- Edelmann, W. & Wittmann, S. (2012): Lernpsychologie. Weinheim: Beltz.
- Graube, G. (2013a): Technoscience und Technoscience Education. Zum Paradigmenwechsel didaktischer Bezugsgrößen. (http://digisrv-1.biblio.etc.tu-bs.de:8080/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal_derivate_00028335/Graube-Technoscience_Education.pdf; jsessionid=C42598E25BA977C5C3E2BE4128D989AA, aufgerufen am 06.09.2013).
- Graube, G. (2013b): Erfinden, Entdecken und Enttarnen: Didaktische Leitfragen für die Auseinandersetzung mit Basiskonzepten der Technik. In: I. Mammes (Hrsg.): Technisches Lernen im Sachunterricht. Nationale und internationale Perspektiven. Baltmannsweiler: Schneider. S. 22–44.
- Graube, G.; Mammes, I. & Tuncsoy, M. (2013): Zur Situation des gemeinsamen Lernbereiches Natur und Technik in der gymnasialen Orientierungsstufe. Die Notwendigkeit eines interdisziplinären Ansatzes. In: Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. 66 (3). S. 176–179.

- Graube, G. & Mammes, I. (2013): Didaktisches Konzeption eines interdisziplinären Ansatzes „Natur und Technik“ für die Gymnasialklassen fünf und sechs. (<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00054672>, aufgerufen am 14.02.2014).
- Gropengießer, H. & Kattmann, U. (2006): Fachdidaktik Biologie. Begründet von D. Eschenhagen, U. Kattmann & D. Rodi. Köln: Aulis Verlag.
- Henseler, K. & Höpken, G. (1996): Methodik des Technikunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hüttner, A. (2009): Technik unterrichten. Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel.
- Kircher, E.; Girwidz, R. & Häußler, P. (2009): Physikdidaktik. Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- KMK – Kultusministerkonferenz (2009): Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung. (http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_05_07-Empf-MINT.pdf, aufgerufen am 06.09.2013).
- KMK (2005a): Bildungsstandards im Fach Biologie. München, Neuwied: Wolters Kluwer Deutschland.
- KMK (2005b): Bildungsstandards im Fach Chemie. München, Neuwied: Wolters Kluwer Deutschland.
- KMK (2005c): Bildungsstandards im Fach Physik. München, Neuwied: Wolters Kluwer Deutschland.
- Köck, P. & Ott, H. (1994): Wörterbuch für Erziehung und Unterricht. Donauwörth: Verlag Ludwig Auer.
- Krech, D.; Crutchfield, R.S.; Livson, N.; Wilson, jr. & Parducci, A. (1985): Grundlagen der Psychologie 4. Weinheim: Beltz.
- Kremer, M. (2012): Grundbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern – Basiskompetenzen – Neuss: Verlag Klaus Seeberger.
- Kron, F. W. (2004): Grundwissen Didaktik. München, Basel: Ernst Reinhardt Verlag.
- Labudde, P. & Möller K. (2012): Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. 2. Vierteljahr. S. 11–36.
- Legewie, H. (1994): Globalauswertung von Dokumenten. In: A. Boehm, A. Mengel & T. Muhr (Hrsg.): Texte verstehen. Konzepte, Methoden, Werkzeuge. Konstanz: Universitätsverlag. S. 177–182.
- Leutner, D.; Fleischer, J.; Wirth, J.; Greiff, S. & Funke, J. (2012): Analytische und dynamische Problemlösekompetenz im Lichte internationaler Schulleistungsvergleichsstudien. In: Psychologische Rundschau. 63 (1). S. 34–42.
- Lindemann, H. (2006). Konstruktivismus und Pädagogik. München: Ernst Reinhard Verlag.
- Mammes, I. (2008): Denkmuster von Lehrkräften als Herausforderung für Unterrichtsentwicklung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Mantura, H. R. (1987): Kognition. In: Schmidt, S.J. (Hrsg.): Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. S. 89–118.
- Mayer, H. O. (2008): Interview und schriftliche Befragung – Entwicklung, Ausführung, Auswertung. München: Oldenburg Wissenschaftsverlag.
- Mayring, P. (1993): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Mayring, P. (1999): Einführung in die qualitative Sozialforschung. Weinheim: Beltz.
- Mittelstraß, J. (2003): Transdisziplinarität – wissenschaftliche Zukunft und institutionelle Wirklichkeit. Konstanz: Universitätsverlag.
- Oberliesen, R. & Zöllner, H. (2007): Kerncurriculum für den Lernbereich Beruf-Haushalt-Technik-Wirtschaft/Arbeitslehre. Ein lernbereichsspezifisches Referenzmodell. In: Unterricht: Arbeit + Technik. (33). S. 49–52.
- OECD (2001): Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000. Paris: OECD.
- OECD (2003): The PISA 2003 assessment framework – Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills. Paris: OECD.
- OECD (2006): Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy – A Framework for PISA 2006. Paris: OECD.
- OECD (2010): PISA 2012 field trial problem solving framework. Paris: OECD.
- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J. & Grote, K.H. (2003): Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Peterßen, W. H. (2001): Kleines Methoden-Lexikon. München: Oldenburg.
- Pfeifer, P.; Lutz, B. & Bader, H. J. (2002): Konkrete Fachdidaktik Chemie. München, Düsseldorf, Stuttgart: Oldenbourg Schulbuchverlag.

- Reich, K. (2005): Systemisch-konstruktivistische Pädagogik. Einführung in Grundlagen einer interaktionistisch-konstruktivistischen Pädagogik. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1999): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Forschungsbericht Nr. 60. (<http://epub.ub.uni-muenchen.de/168>, aufgerufen am 26.01.2015).
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, A. & Weidemann, B. (Hrsg): Pädagogische Psychologie. München: Beltz. S. 601–644.
- Reinmann, G., & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: A. Krapp, & B. Weidemann, Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. Weinheim: Beltz. S. 613–658.
- Ropohl, G. (2005). Allgemeine Systemtheorie als transdisziplinäre Integrationsmethode. Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis, Nr. 2, 14. Jahrgang – Juni 2005, S. 24–31.
- Ropohl, G. (2009): Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe: Universitätsverlag.
- Rossa, E. (Hrsg.) (2005): Chemiedidaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Rossouw, A.; Hacker, M. & de Vries, M.: Concepts and contexts in engineering and technology education: an international and interdisciplinary Delphi study. 2010. (<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10798-010-9129-1>, aufgerufen am 26.01.2015).
- Seel, N.M. (2000): Psychologie des Lernens. Stuttgart: UTB.
- Schmayl, W. (1981): Das Experiment im Technikunterricht. Methodologische und didaktische Studien zur Grundlegung einer Unterrichtsmethode. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Schmayl, W. (2010): Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Stigler, J.W; Gonzales, P.; Kawanaka, T.; Knoll, S. & Serrano, A. (1999): The TIMSS Viostat Classroom Study. Washington DC: Government Print Office.
- Sukopp, T. (2010). Interdisziplinarität und Transdisziplinarität. Definitionen und Konzepte. In: M. Jungert, E. Romfeld, T. Sukopp, & U. Voigt, Interdisziplinarität. Theorie, Praxis und Probleme (S. 13–29). Darmstadt: WBG.
- Theuerkauf, W. E.; Meschenmoser, H.; Meier, B. & Zöllner, H. (2009): Qualität Technischer Bildung: Zur Entwicklung von Kompetenzmodellen und Kompetenzdiagnostik. Berlin: Machmit-Verlag.
- Vollmer, G. (2010). Interdisziplinarität – unerlässlich, aber leider unmöglich? In: M. Jungert, E. Romfeld, T. Sukopp, & U. Voigt, Interdisziplinarität. Theorie, Praxis, Probleme (S. 47–75). Darmstadt: WBG.
- Wiesner, H.; Schecker, H. & Hopf, M (Hrsg.) (2011): Physikdidaktik kompakt. Köln: Aulis Verlag.
- Wolffgramm, H. (1994): Allgemeine Technologie. Hildesheim: Verlag Franzbecker.
- Zimbardo, P. G. & Gerrig, R. J. (2004). Psychologie. München u.a.: Pearson.

ISBN 978-3-00-048957-0

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.
Beruf und Gesellschaft
Fritz Neußner
Tel. +49 211 6214-205
Fax +49 211 6214-148
naturundtechnik@vdi.de

Diese Broschüre und weitere Unterrichtseinheiten
finden Sie unter:
www.vdi.de/natur-und-technik

