

Suhr, Dierk

Konzepte einer MINT-Didaktik. Fachdidaktische Analyse und Versuch einer Synthese: Teil II: Versuch einer Synthese

technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 4 (2024) 2, S. 3-17



Quellenangabe/ Reference:

Suhr, Dierk: Konzepte einer MINT-Didaktik. Fachdidaktische Analyse und Versuch einer Synthese: Teil II: Versuch einer Synthese - In: technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 4 (2024) 2, S. 3-17 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-322939 - DOI: 10.25656/01:32293

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-322939>

<https://doi.org/10.25656/01:32293>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://tec-edu.net/tedu>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

technik – education

4. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung
im allgemeinbildenden Technikunterricht

2|2024



www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

[HTTPS://TEC-EDU.NET/TEDU](https://tec-edu.net/tedu)

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Hannes Helmut Nepper
Dr. Armin Ruch, OStR
Dr. Dr. Dierk Suhr

Mail

herausgeber@tec-edu.net

Anschrift

Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd
Institut für Bildung, Beruf und Technik
Abteilung Technik
Oberbettringer Straße 200
73525 Schwäbisch Gmünd
www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Simon Baier
Robert Heinevetter
Elias Jank
Fabian Krum
Hannes Helmut Nepper
Isabelle Penning
Armin Ruch
Dominik Scharpf
Dierk Suhr
Jan Winkelmann
David Weiler
Friederike Wolf

Inhalt

GRUSSWORT DER HERAUSGEBER.....2

UNTERRICHTSFORSCHUNG

D. SUHR

KONZEPT EINER MINT-DIDAKTIK.....3

UNTERRICHTSPRAXIS

R. HEINEVETTER & I. PENNING

MIT VORRICHTUNGEN DIFFERENZIIERTEN UN- TERRICHT FÖRDERN18

UNTERRICHTSFORSCHUNG

F. WOLF & H. H. NEPPER

DIE BATTERIE HAT KEINEN SAFT MEHR.....25

UNTERRICHTSPRAXIS

D. SCHARPF & D. WEILER

MIKROCONTROLLER ARBEITSBRETTER36

UNTERRICHTSPRAXIS

E. JANK, H. H. NEPPER & J. WINKELMANN

GENERATIVE KI46

ANKÜNDIGUNGEM

A, RUCH, F. WOLF

NEUE FACHLITERATUR.....53

ANKÜNDIGUNGEM

DGTB

CALL FOR PAPERS.....55

UNTERRICHTSPRAXIS

F. KRUM

HERSTELLUNG EINES SCHRAUBENDREHER-SETS56

UNTERRICHTSPRAXIS

S. BAIER

FERTIGUNG EINER SPIELKÜCHE63

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.

Insbesondere bei unterrichtspraktischen Artikeln wird darauf hingewiesen, dass es unterschiedliche Sicherheitsbestimmungen gibt und jede Lehrkraft bei der Umsetzung selbst dafür verantwortlich ist, die Gefährdung zu beurteilen und die Vorschläge für die eigene Praxis entsprechend der jeweilige Vorschriftenlage anzupassen.

Titelbild: Armin Ruch mit firefly

ISSN: 2748-2022

Konzepte einer MINT-Didaktik

Fachdidaktische Analyse und Versuch einer Synthese: Teil II: Versuch einer Synthese

Dierk Suhr

SCHLAGWORTE

MINT-Bildung
Fachdidaktik
Wissenschaftstheorie
Qualitative Inhaltsanalyse

ABSTRACT

„MINT“ ist als griffiges Akronym und bildungspolitisches wie sozioökonomisches Thema seit Jahren in der Diskussion. Eine didaktische oder pädagogische Begründung des „MINT-Konzepts“ ging dieser Diskussion allerdings nie voraus und steht bis heute aus. Die hier vorgestellte Studie identifizierte daher mittels einer Qualitativen Inhaltsanalyse zunächst wichtige Konzepte der betreffenden MINT-Fachdidaktiken inklusive der Geographiedidaktik und prüfte dann, ob und wie diese Konzepte zu einem kohärenten MINT-Konzept zu integrieren wären. Anschließend wurde der mögliche pädagogische und didaktische Mehrwert solcher integrierten MINT-Konzepte betrachtet und diskutiert.

Ein Imagewandel der MINT-Fächer hin zu „Weltrettungsfächern“ könnte Motivation, Interesse und vorberufliche Orientierung junger Menschen positiv beeinflussen. Im Ergebnis zeigte sich, dass unverkürzte, mehrperspektivische allgemeine Technikbildung die Konzepte des gestaltenden technischen Handelns, das Handeln im Zielkonflikt und die Aushandlung von Werten zu diesem Imagewandel beisteuern könnte – Konzepte, die wissenschaftstheoretisch nicht Bestandteil der Naturwissenschaften sind. Durch die Einbeziehung des Fachs Geographie, seines erdsystemischen Curriculums und seines Konzepts des „verantwortungsvollen Handelns“ in interdisziplinäre MINT-Konzepte könnten globale Schlüsselprobleme ganzheitlich betrachtet werden und so beispielsweise das Interesse für den Klimaschutz, welches vor allem bei jungen Frauen weit verbreitet ist, in ein MINT-Interesse überführt werden.

Deutlich wurde, dass sowohl Technik- wie Geographiedidaktik im Zentrum einer vollständigen MINT-Didaktik stehen sollten und sowohl Geographie- wie unverkürzter Technikunterricht unabdingbare Voraussetzungen gelingenden MINT-Unterrichts sind.

DISKUSSION

Die Qualitative Inhaltsanalyse der Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physik-, Geographie- und Technikdidaktik identifizierte in dieser Arbeit eine Vielzahl von Einzelkonzepten, die oftmals große Schnittmengen zwischen den einzelnen Fachdidaktiken zeigten (siehe „Teil I: Fachdidaktische Analyse“; Suhr, 2024, tedu 4(1), 3-15;

https://tec-edu.net/site/assets/files/1179/tedu_24_1_suhrd-1.pdf)



Lässt sich aus diesen Einzelkonzepten eine Basis für eine integrierende MINT-Didaktik konstruieren? Wenn ja, mit welchem pädagogischen oder didaktischen Mehrwert?

In diesem Teil II sollen verschiedene Ansätze einer Synthese geprüft und diskutiert werden und die obigen Forschungsfragen beantwortet werden.

MINT: Fächerübergreifend, inter- oder transdisziplinär?

Eines der Hauptziele dieser Arbeit war die Suche nach Konzepten innerhalb der einzelnen Fachdidaktiken, die idealerweise zu einer interdisziplinären MINT-Didaktik zusammengeführt werden könnten. Ein überraschendes Ergebnis ist dabei zunächst, welches Konzept offenbar innerhalb der einzelnen Fachdidaktiken kaum eine Rolle spielt: das Konzept der Interdisziplinarität.

Das Konzept der „Interdisziplinarität“ wurde Items zugewiesen, welche sich explizit auf Inter-, Multi- oder Transdisziplinarität beziehen – Items wie „Interdisziplinarität“, „Gesellschaftliche Bezugsfelder – interdisziplinäre Modellvorstellungen“ oder „Transdisziplinäre schulische Projekte“. Insgesamt wurde das Konzept der „Interdisziplinarität“ nur 18-mal identifiziert: elfmal in der Technikdidaktik, dreimal in der Informatikdidaktik, je zweimal in der Chemie- und Physikdidaktik und keinmal in der Mathematik-, Biologie- und Geographiedidaktik.

Wie auch der Didaktiker Thomas Rajh bestätigt, habe sich „die fachdidaktische Forschung bisher erst wenig mit der Frage nach interdisziplinärer Didaktik beschäftigt“ (Rajh, 2020 S. 125). Technische Bildung sei national wie internatio-

nal häufig in fächerverbindende MINT-Konzepte integriert, ohne dass bisher grundsätzlich geklärt sei, welche Fächer gegebenenfalls überhaupt einen Fächerverbund bilden können und nach welchen Kriterien die interdisziplinäre Zusammenarbeit dabei didaktisch konzipiert werden könne (Rajh, 2020 S. 126). Wie eine vorschnelle Festlegung auf Interdisziplinarität „ohne vorherige Klärung der didaktischen Frage nach Zielen und Inhalten“ zu Unklarheiten führe, zeige sich deutlich am Konzept der MINT-Fächer: Hier würden humane und soziale Perspektiven derzeit auf die naturale Perspektive und damit „das empirisch [E]rfassbare“ verkürzt, was dem Bildungsgegenstand Technik jedoch nicht gerecht werde (Rajh, 2020 S. 134).

Die Frage nach entsprechend breit aus- und fortgebildeten Lehrkräften für einen tatsächlichen integrierenden MINT-Unterricht, welcher die Mathematik, Informatik, Biologie, Chemie, Physik und Technik abdecken müsse, ist bisher allerdings noch nicht gelöst, so der Technikdidaktiker Andreas Hüttner (Hüttner et al., 2019 S. 84). Auch die Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) bzw. deren Vorgängerinstitution, die „Konferenz der Vorsitzenden Fachdidaktischer Fachgesellschaften“ (KVFF), merkt zum Thema „Bereichsdidaktiken“ kritisch an, dass fachübergreifenden Unterricht immer „auf einen fachlichen Standort angewiesen“ sei, „um von dort aus fachübergreifende Perspektiven entwickeln zu können“. Allerdings gelte auch, dass es „heute schwer genug [sei], sich einen fundierten Überblick über die Teildisziplinen schon eines einzigen Faches zu erarbeiten und zu erhalten“, wie man leicht am Beispiel der Biologie und ihrer lehrplanrelevanten Teildisziplinen wie Systematik, Neurophysiologie, Soziobiologie, Populationsgenetik, Immunbiologie oder Ökophysiologie erkennen könne (KVFF, 1998 S. 29 f.). Es sei daher, folgert die GFD, „schlechterdings unmöglich“, sich einen

kompetenten Überblick über mehrere Fächer zu verschaffen – „und Lehrerbildung verträgt keine fachdidaktische Inkompetenz“ (KVFF, 1998 S. 30).

KONZEPTE EINER MINT-DIDAKTIK

Nach der Identifizierung einer Vielzahl von Konzepten in den einzelnen Fachdidaktiken stellt sich die Frage, welche Übereinstimmungen es zwischen den verschiedenen Fachdidaktiken gibt und ob und gegebenenfalls wie diese zu einer möglichen „MINT-Didaktik“ kombiniert und zusammengeführt werden können.

MINT-Konzept I: Mehrperspektivität

Ein zentrales Konzept der Technik und damit auch Allgemeiner Technikbildung bzw. ihrer Didaktik ist die Mehrperspektivität, besonders ausgeprägt im „mehrperspektivischen Ansatz“ von Ropohl (Ropohl, 2009 S. 32, siehe Abbildung 1). Aber auch der bereits wesentlich früher und unter Anlehnung an die Theorien Karl Marx‘ für die polytechnische Bildung in der DDR entwickelte „systemtheoretische Ansatz der Polytechnik“ (Hartmann et al., 2008; Wolffgramm, 1968) verknüpft die materiell-technische und die gesellschaftlich-ökonomische Seite der Technik am Beispiel der Produktion.

Diese Mehrperspektivität bedeutet, dass Technik neben einer ingenieurwissenschaftlichen Perspektive auch weitere „naturale Dimensionen“ wie die naturwissenschaftlichen Perspektiven oder die Ökologie betrachtet, dazu eine „humane Dimension“ mit ästhetischen, ethischen oder anthropologischen Perspektiven und eine „soziale Dimension“ mit soziologischen, ökonomischen, historischen oder juristischen Perspektiven (Ropohl, 2009 S. 32).

Diese Mehrperspektivität ist offensichtlich auch in an-

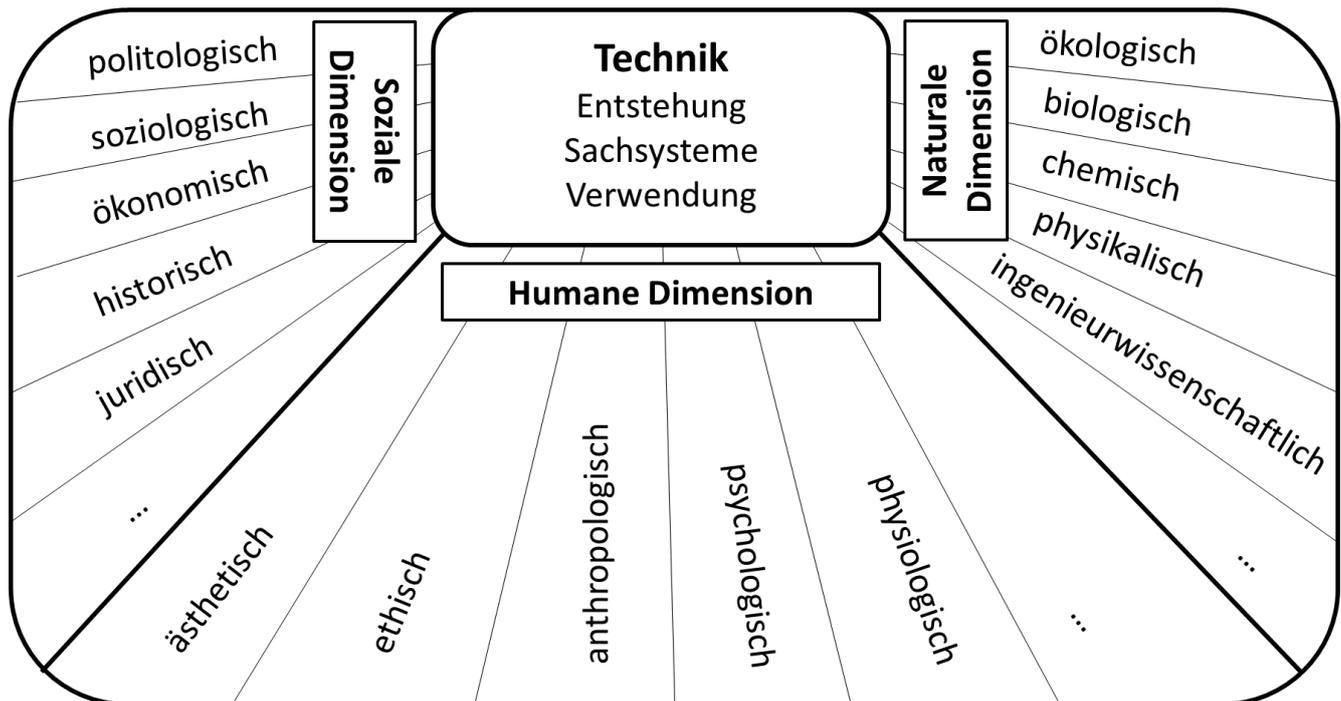


Abbildung 1: Dimensionen und Erkenntnisperspektiven der Technik. (Nach Ropohl, 2009; S. 32; verändert).

deren Fächern außerhalb der Technik anzutreffen, wie der sechste Rang des Konzepts „Mehrperspektivität“ unter allen Konzepten der untersuchten Fachdidaktiken und die Häufigkeit des Konzepts in den einzelnen Fachdidaktiken zeigen.

Die „Bewertungskompetenz“ beispielsweise nimmt breiten Raum in den naturwissenschaftlichen Bildungsplänen und Didaktiken ein, obwohl gesellschaftliche Werte oder ethische Normen wissenschaftstheoretisch in einer erkenntnisorientierten Naturwissenschaft keine Rolle spielen sollten, da erst die technische Umsetzung zu bewerten wäre – allerdings ist ein Unterrichtsfach natürlich nicht zwingend ein Abbild der jeweiligen Wissenschaftsdisziplin, sondern verfolgt aus bildungstheoretischen oder bildungspolitischen Überlegungen eigenständige Bildungsziele, so offenbar eben auch hinsichtlich eines mehrperspektivischen Blick auf Werte und Normen im Umfeld der Naturwissenschaften.

Das Konzept der Mehrperspektivität ist damit in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik sowie in der Geographie fast ebenso ausgeprägt vertreten wie in der Technikdidaktik. Lediglich im Mathematik- und Informatikunterricht ist das Konzept der Mehrperspektivität schwächer vertreten, was aber – zumindest für die Informatikdidaktik – auch an einer methodischen Schwäche der vorliegenden Arbeit liegen kann, siehe Absatz zu „Grenzen und Schwächen“.

Gemeinsame „Basiskonzepte“ der Fachdidaktiken

Gemeinsame „Basiskonzepte“ wären offensichtlich schon von der Bezeichnung her geeignet, die Basis eines MINT-Konzepts zu bilden. Zwar wurde das Konzept „Basiskonzepte“ – unter Berücksichtigung der vergleichbaren Konzepte „Leitideen“ der Bildungsstandards Mathematik, „Inhaltsbereiche“ der Bildungsstandards Informatik und „Ordnungskriterien“ der Bildungsstandards Technik – nicht besonders häufig identifiziert und rangiert nur auf Rang 35 der häufigsten Konzepte aller Fachdidaktiken; aufgrund des Potentials, eine „Basis“ für ein gemeinsames MINT-Konzept zu bilden, sollen die „Basiskonzepte“ hier dennoch genauer betrachtet werden.

MINT-Konzept II: „Basiskonzepte“

Die „Konzept-Cluster“ der schleswig-holsteinischen „Fachanforderungen“ (MSB SH, 2017 S. 16) gruppieren die „Basiskonzepte“ der Biologie, Chemie und Physik zu „Konzept-Clustern“. Diese Clusterung wurde in Tabelle 1 auf die „Leitideen“ der Mathematikdidaktik, die „Inhaltsbereiche“ der Informatikdidaktik, die „Basiskonzepte“ der naturwissenschaftlichen Didaktiken und der Geographiedidaktik sowie die „Ordnungskriterien“ der Technikdidaktik übertragen und um die Konzept-Cluster „Information“, „Mensch und Gesellschaft“ und „Systemkonzept“ ergänzt.

Wie in Tabelle 2 zu erkennen ist, lassen sich die beschriebenen Konzept-Cluster über mehrere Fachdidaktiken identifizieren. Der Cluster „Umwandlung“ wurde in allen sieben untersuchten Fachdidaktiken identifiziert, die Cluster „Systemkonzept“ und „Struktur und Funktion“ finden sich in fünf von sieben Fachdidaktiken, „Energie“ und „Information“ in vier von sieben, der Cluster „Aufbau von Materie“ in drei von sieben und „Mensch und Gesellschaft“ in zwei von sieben untersuchten Fachdidaktiken. Zudem gibt es noch die solitären, einzelne Bildungsstandards bzw. Fächer auszeichnenden Basiskonzepte „Zahl“ in der Mathematik, „Sprachen und Automaten“ und „Informatiksysteme“ in der Informatik, „Entwicklung“ in der Biologie, „chemische Reaktionen“ in der Chemie sowie „Zweck“ und „Prinzipien“ in der Technik. Die Geographie und die Physik zeichnen sich nicht durch Basiskonzepte aus, die nur ihrem Fach eigen sind.

Die Technik ist dabei die einzige Fachdidaktik, die alle identifizierten Konzept-Cluster und damit alle untersuchten „Basiskonzepte“ vereint. Die Biologie umfasst fünf Konzept-Cluster, Informatik, Chemie, Physik und Geographie jeweils vier, die Mathematik drei Konzept-Cluster.

Abbildung 2 versucht, die gemeinsamen und solitären „Basiskonzepte“ der untersuchten Fachdidaktiken in einen Zusammenhang zu bringen.

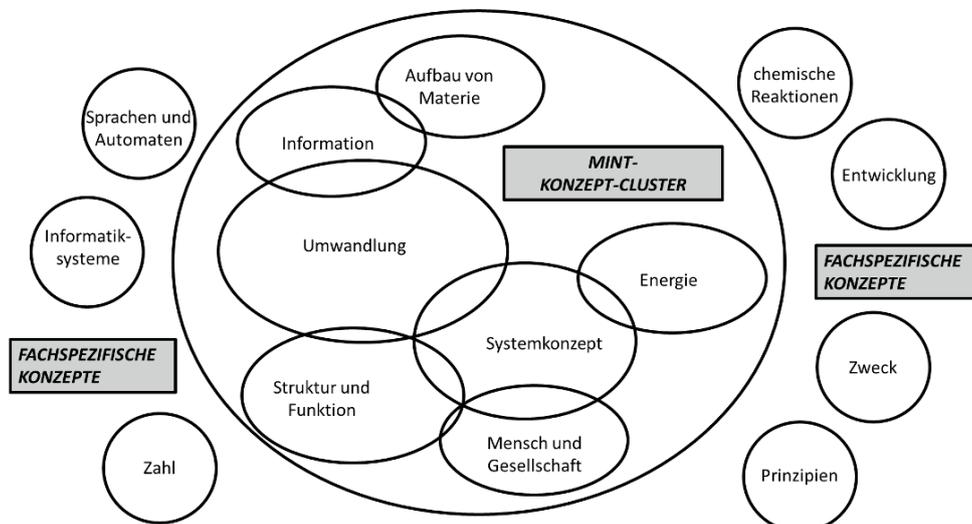


Abbildung 2: Gemeinsame MINT-Konzept-Cluster und fachspezifische „Basiskonzepte“ der untersuchten Fachdidaktiken

		Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Konzept-Cluster	Systemkonzept	—	Informatiksysteme	System	—	System	Systemkonzept	Systeme
	Aufbau der Materie	—	—	—	Stoff-Teilchen-Beziehungen	Materie	—	Gegenstände (Materie, Energie, Information)
	Energie	—	—	Stoff- und Energieumwandlung*	Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen	Energie	—	Gegenstände (Materie, Energie, Information)
	Information	Daten und Zufall	Information und Daten	Informationsverarbeitung**	—	—	—	Gegenstände (Materie, Energie, Information)
		Messen	Algorithmen	Weitergabe und Ausprägung genetischer Information**	—	—	—	
	Struktur und Funktion	Raum und Form	—	Struktur und Funktion	Struktur-Eigenschafts-Beziehungen	—	Struktur	
	Funktionen, Prozesse							
		Funktionaler Zusammenhang						
	Umwandlung (Wechselwirkung, Prozesse, Funktionen)	Funktionaler Zusammenhang	Algorithmen	Stoff- und Energieumwandlung*	Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen	Wechselwirkung	Funktion	Funktionen, Prozesse
							Prozess	Wirkungen (Individuum, Gesellschaft, Natur)
								Bedingungen (Naturgesetze, soziokulturelle Werte)
Mensch und Gesellschaft	—	Informatik, Mensch und Gesellschaft	—	—	—	—	Wirkungen (Individuum, Gesellschaft, Natur)	
							Bedingungen (Naturgesetze, soziokulturelle Werte)	
Einzel-Konzepte	—	Zahl	Sprachen und Automaten	Entwicklung	Chemische Reaktionen	—	—	Zweck
			Informatiksysteme					Prinzipien

* Nach den KMK-Bildungsstandards Biologie ist die „Stoff- und Energieumwandlung“ kein eigentliches „Basiskonzept“, sondern eine „Systemeigenschaft“ des „Basiskonzepts System“ (KMK, 2005a S. 8).

** Keine „Basiskonzepte“ der KMK-Bildungsstandards Biologie, sondern wie „Stoff- und Energieumwandlung“ „Systemeigenschaften“ des „Basiskonzepts System“ (KMK, 2005a S. 8).

Tabelle 1: Konzept-Cluster von „Basiskonzepten“ und verwandten Konzepten

Konzept-Cluster	Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Umwandlung							
Systemkonzept							
Struktur & Funktion							
Energie							
Information							
Aufbau von Materie							
Mensch & Gesellschaft							

Tabelle 2: Konzept-Cluster von „Basiskonzepten“ und verwandten Konzepten

MINT-Konzept III: „Arbeitsweisen“

Das Konzept „Arbeitsweisen“ liegt auf dem zweiten Rang der häufigsten Konzepte aller Fachdidaktiken, wurde in allen untersuchten Fachdidaktiken entsprechend häufig identifiziert und ist somit offensichtlich für alle untersuchten Fachdidaktiken ein wichtiges Konzept.

Die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte (GDNÄ) stellt in ihrer Publikation „Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften“ (Schaefer, 2007) „wissenschaftsallgemeine Grundbegriffe und -fertigkeiten des naturwissenschaftlichen Unterrichts“ zusammen (Schaefer, 2007 S. 109) – die aufgeführten „Grundfertigkeiten“ stimmen offenbar mit dem hier induktiv zugewiesenen Konzept der „Arbeitsweisen“ überein. Der Schwerpunkt der GDNÄ-Studie liegt auf den Fächern Biologie, Chemie und Physik, „naturwissenschaftliche Themen sind aber auch Gegenstand der Geographie“ (Prenzel, 2007). Nachstehende Tabelle fasst die wichtigsten Grundfertigkeiten zusammen.

Die in Tabelle 3 hervorgehobenen Fertigkeiten „formalisieren“, „messen“, „beschreiben“, „problemlösen“ und „erklären“ seien „für naturwissenschaftliches Arbeiten besonders charakteristisch“ (Schaefer, 2007 S. 140 f.)

Die von der GDNÄ aufgeführten „Fertigkeiten“ entsprechen dem Konzept der „Arbeitsweisen“ in der vorliegenden Inhaltsanalyse – die hier induktiv mit „Arbeitsweisen“ bezeichneten Konzepte wurden daher auf die obigen fünf Begriffe „Formalisieren“, „Messen“, „Beschreiben“, „Problemlösen“ und „Erklären“ hin untersucht. Weiterhin wurden zur Analyse noch die Begriffe „Mathematisieren“, „Beobachten“, „Beweisen“, „Experimentieren“, „Bewerten“ und „Modellieren“ aus der bestehenden Begriffsliste der GDNÄ-Tabelle hinzugenommen, da sie dem Verfasser mindestens ebenso relevant für die MINT-Fächer erscheinen: „Mathematisieren“ als zentrale Arbeitsweise bzw. Fertigkeit für die Verknüpfung von Naturwissenschaften und Technik mit der Mathematik, „Beobachten“ und „Experimentieren“ als ebenso zentral für die Naturwissenschaften wie „Beweisen“ für die Mathematik, „Bewerten“ (bzw. „Begründen/Bewerten“ in der Informatik) aufgrund der spannenden wissenschaftstheoretischen Einordnung zwischen Naturwissenschaften und Technik und „Modellieren“ als Grundpfeiler der Informatikdidaktik („Schülerinnen und Schüler sollen lernen, dass die Arbeit mit Informatiksystemen ein Arbeiten mit Modellen ist und dass je-

sollten sie Methoden und Phasen der Modellierung kennen und anwenden und Modelle kritisch beurteilen können“ (Friedrich, 1995)). Zur Ergänzung auf die ganze Breite der MINT-Fächer (die GDNÄ-Aufstellung bezog sich schließlich nur auf die Naturwissenschaften und die Geographie) wurden noch die technischen Konzepte „Konstruieren“ und „Fertigen“ sowie das informatische Konzept „Programmieren“ in die Liste der zu untersuchenden Begriffe aufgenommen sowie das Konzept „Beurteilen/Bewerten“ als Alleinstellungsmerkmal der Geographie. Tabelle 4 listet die identifizierten „Arbeitsweisen“ der untersuchten Fachdidaktiken auf, sortiert nach absteigender Gesamthäufigkeit in allen Fachdidaktiken.

Mit Abstand häufigste „Arbeitsweise“ über alle untersuchten Fachdidaktiken ist das „Experimentieren“, an zweiter Stelle folgt das „Modellieren“, an neunter Stelle das „Konstruieren“ – „Experiment“, „Modellbildung“ und „Konstruktionsaufgabe“ waren auch diejenigen Methoden, die Graube und Kolleginnen auf der Suche nach gemeinsamen Konzepten in Naturwissenschaft und Technik identifiziert hatten, wobei die „Modellbildung“ fachspezifisch für die Naturwissenschaften, die „Konstruktionsaufgabe“ für die Technik sein sollte (Graube et al., 2015).

Die Daten der spezifischen Arbeitsweisen je Fachdidaktik wurden nun nach den Häufigkeiten der jeweils identifizierten Arbeitsweisen sortiert; Arbeitsweisen, die mehr als fünfmal pro Fach identifiziert wurden, wurden (willkürlich) als „häufig“ klassifiziert; Arbeitsweisen, die höchstens fünfmal oder seltener identifiziert wurden, wurden als „weniger häufig“ klassifiziert.

Tabelle 5 listet häufige ($n > 5$) und weniger häufige ($n \leq 5$) Arbeitsweisen auf, die durch die Inhaltsanalyse in den jeweiligen Fachdidaktiken identifiziert wurden; die Reihenfolge der Arbeitsweisen von oben nach unten entspricht der jeweiligen Häufigkeit.

Die so identifizierten „häufigen Arbeitsweisen“ lassen sich gruppieren nach Arbeitsweisen, die allen (oder zumindest mehreren) MINT-Fächern eigen sind und nach solitären Arbeitsweisen, die charakteristisch für ein einzelnes Fach (oder wenige Fächer) sind (siehe Tabelle 6):

Die Arbeitsweisen „Experimentieren“, „Modellieren“, „Problemlösen“ und „Bewerten“ überspannen als gemeinsame Arbeitsweisen den gesamten MINT-Bereich in

<i>deskriptive Fertigkeiten</i>	<i>kausal-analytische Fertigkeiten</i>	<i>theoriebezogene Fertigkeiten</i>
formalisieren	problemlösen	bewerten
messen	beweisen	verstehen
zählen	falsifizieren/verifizieren	erklären
schätzen	Fehler analysieren	urteilen
definieren	experimentieren	mathematisieren
generalisieren/klassifizieren	modifizieren/variiieren	modellieren
Ähnlichkeiten entdecken	herleiten/folgern	Alternativen entwickeln
erläutern	deuten/interpretieren	definieren
beschreiben bzw. formulieren	begründen	plausibel machen
beobachten	analysieren	sich orientieren
		analogisieren
		übertragen
		vergleichen
		kritisch betrachten

Tabelle 3: Wissenschaftsallgemeine Grundbegriffe und -fertigkeiten des naturwissenschaftlichen Unterrichts (nach GDNÄ, verändert)

<i>Arbeitsweise/</i>	<i>Mat</i>	<i>Inf</i>	<i>Bio</i>	<i>Che</i>	<i>Phy</i>	<i>Geo</i>	<i>Tec</i>	<i>Summe</i>
Experimentieren	1	4	19	250	96	15	35	420
Modellieren	26	67	3	6	14	0	0	116
Problemlösen	27	19	6	7	2	1	23	85
Beobachten	0	0	11	70	2	0	1	84
Programmieren	0	44	0	0	0	0	2	46
Bewerten	0	1	14	6	12	3	5	41
Fertigen	0	0	1	0	0	0	28	29
Beweisen	28	0	0	0	0	0	0	28
Konstruieren	0	6	0	0	2	2	18	28
Begründen/ Bewerten	0	19	0	0	0	0	0	19
Messen	3	0	0	1	11	0	2	17
Mathematisie- ren	0	0	5	1	1	0	4	11
Beurteilen/Be- werten	0	0	0	0	0	10	0	10
Beschreiben	2	0	0	0	0	3	0	5
Erklären	1	0	0	0	0	1	2	4
Formalisieren	2	0	0	0	0	0	0	2

Tabelle 4: Häufigkeit der verschiedenen „Arbeitsweisen“ in den untersuchten Fachdidaktiken

Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
häufige Arbeitsweisen:						
Beweisen	Modellieren	Experimentieren	Experimentieren	Experimentieren	Experimentieren	Experimentieren
Problem-lösen	Programmieren	Bewerten	Beobachten	Modellieren	Beurteilen/ Be- werten	Fertigen
Modellieren	Problem-lösen	Beobachten	Problem-lösen	Bewerten		Problemlösen
	Begründen/ Be- werten					
	Problem-lösen	Modellieren	Messen		Konstruieren	
			Bewerten			
weniger häufige Arbeitsweisen:						
Messen	Konstruieren	Mathematisieren	Messen	Problem-lösen	Beschreiben	Bewerten
Formalisieren	Experimentieren	Modellieren	Mathematisieren	Beobachten	Bewerten	Mathematisieren
Beschreiben	Bewerten	Fertigen		Konstruieren	Konstruieren	Messen
Experimentieren				Mathematisieren	Problem-lösen	Erklären
					Erklären	Programmieren
						Beobachten

Tabelle 5: Häufige und weniger häufige Arbeitsweisen in den untersuchten Fachdidaktiken

Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
gemeinsame Arbeitsweisen:						
		Experimentieren	Experimentieren	Experimentieren	Experimentieren	Experimentieren
Modellieren	Modellieren		Modellieren	Modellieren		
Problemlösen	Problemlösen	Problemlösen	Problemlösen			Problemlösen
	Begründen/ Bewerten	Bewerten	Bewerten	Bewerten	Beurteilen/ Bewerten	
solitäre Arbeitsweisen:						
Beweisen	Programmieren	Beobachten	Beobachten	Messen	Beurteilen/ Bewerten	Fertigen
	Begründen/ Bewerten					Konstruieren

Tabelle 6: Häufige Arbeitsweisen der untersuchten Fachdidaktiken, gruppiert nach fächerübergreifend-gemeinsamen und fachspezifisch-solitären Arbeitsweisen

Konzept-Cluster	Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Experimentieren							
Modellieren							
Problemlösen							
Bewerten*							

* inkl. „Begründen/Bewerten“ in der Informatikdidaktik und „Beurteilen/Bewerten“ in der Geographiedidaktik

Tabelle 7: Konzept-Cluster von „Basiskonzepten“ und verwandten Konzepten

wechselnden Ausschnitten (zur Problematik des unterschiedlichen Wesens naturwissenschaftlicher und technischer Experimente siehe Suhr 2023, Kapitel 10.5.7.1).

Einige Arbeitsweisen sind einzelnen Fächern vorbehalten und zeichnen diese aus: „Beweisen“ ist als solitäre Arbeitsweise kennzeichnend für die Mathematikdidaktik, „Programmieren“ und „Begründen/Bewerten“ für die Informatikdidaktik, „Beobachten“ für die Biologie- und die Chemiedidaktik, „Messen“ für die Physikdidaktik, „Beurteilen/Bewerten“ für die Geographiedidaktik sowie „Fertigen“ und „Konstruieren“ für die Technikdidaktik.

Eine transdisziplinäre MINT-Didaktik auf der Grundlage gemeinsamer Arbeitsweisen sollte also die MINT-Arbeitsweisen „Experimentieren“, „Modellieren“, „Problemlösen“ und „Bewerten“ berücksichtigen. Die Einzelfächer könnten durch die fachspezifischen Arbeitsweisen „Beweisen“, „Programmieren“, „Beobachten“, „Messen“, „Beurteilen“, „Begründen“, „Fertigen“ und „Konstruieren“ repräsentiert werden.

Die Chemiedidaktik ist die einzige untersuchte Fachdidaktik, in der alle vier „MINT-Arbeitsweisen“ identifiziert wurden (siehe Tabelle 7). In der Informatik-, Biologie- und Physikdidaktik wurden je drei, in der Mathematik-, Geographie- und Technikdidaktik je zwei der vier „MINT-Arbeitsweisen“ identifiziert. Auffällig ist, dass die Arbeitsweise „Bewerten“ in der Technikdidaktik nicht zu den „häufigen Arbeitsweisen“ zählt, wo die Bewertung wissenschaftstheoretisch doch ein zentrales Konzept technischen Handelns im Zielkonflikt ist. Dieses könnte eine Schwäche der vorliegenden Forschungsmethodik aufzeigen, vielleicht wurde die

„Bewertung“ in der Technikdidaktik aber auch gerade deshalb nicht oft explizit erwähnt (und damit durch die Inhaltsanalyse identifiziert), da sie implizit die gesamte Technikphilosophie durchzieht. Außerdem wurde die Arbeitsweise „Bewertung“ in der Technikdidaktik genau fünfmal identifiziert und fiel damit der hier letztlich willkürlich gewählten Grenze $n > 5$ für „häufige“ bzw. $n \leq 5$ für „weniger häufige“ Arbeitsweisen zum Opfer.

MINT-Konzept IV: „Problemorientierung“/„Problemlösekompetenz“

Die Konzepte „Problemorientierung“ und „Problemlösekompetenz“ wurden in allen untersuchten Fachdidaktiken identifiziert und liegen in dieser Untersuchung auf Rang 33 und Rang 46 der häufigsten Konzepte aller Fachdidaktiken. Die Arbeitsweise „Problemlösen“ wurde im vorangehenden Abschnitt als eine von vier fächerübergreifenden Arbeitsweisen identifiziert. Können also auch „Problemorientierung“ und „Problemlösekompetenz“ die Basis einer MINT-Didaktik bilden?

Auffällig ist in Abbildung 3 der enorm hohe Wert des Konzepts „Problemorientierung“ in der Chemiedidaktik, dem aber zumindest teilweise eine methodische Schwäche dieser Analyse zugrunde liegt, siehe Absatz „Grenzen und Schwächen“.

„Probleme zu lösen“ ist ein zutiefst technisches Konzept, ja, es stellt sogar den Kern jeder technischen Entwicklung und Anwendung dar: Ausgehend von einem menschlichen Problem, Bedürfnis oder Wunsch werden technische Lösungen zur Befriedigung dieses Bedarfs entwickelt und

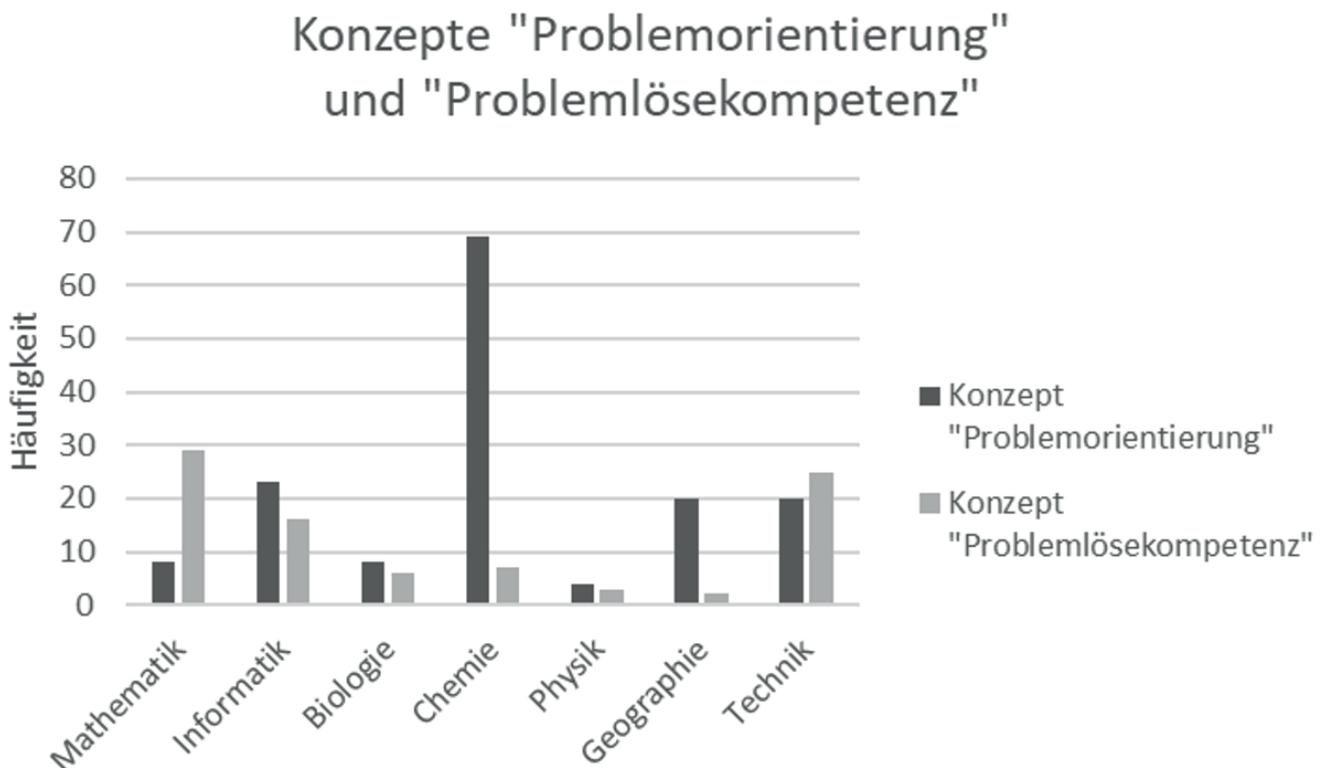


Abbildung 3: Häufigkeit der Konzepte „Problemorientierung“ und „Problemlösekompetenz“ in den untersuchten Fachdidaktiken.

eingesetzt: „Dies war die Technik schlechthin: ein Mittel zur Daseinsbewältigung, das den Lebensbedürfnissen der Menschen diene“ (Tuchel, 1965 S. 70). Dabei kann zwischen zwei verschiedenen Ebenen von „Technik“ unterschieden werden: einerseits dem „technischen Handeln“, durch das „der Mensch naturgegebene Stoffe und Energien schöpferisch so umformt, dass sie individuelle oder gesellschaftliche Bedürfnisse erfüllen“ (Poser, 2016 S. 17 f.). Andererseits die „geeignet erscheinenden Mittel“, also technische Artefakte oder Prozesse, die mit dem „Handlungsziel“ zur Erreichung der Problemlösung vereinigt werden (Poser, 2016 S. 18). Ziel allgemeiner technischer Bildung ist es daher, Lernende in die Lage zu versetzen,

selbstständig Probleme zu erkennen, Problemlösungen zu antizipieren, eine Lösungsvariante begründet auszuwählen, die Durchführung der notwendigen Tätigkeiten zu organisieren und fachgerecht zu realisieren sowie die vorliegende Lösung sachlich zu bewerten und wenn nötig eigenverantwortlich zu korrigieren (Hüttner, 2009 S. 37).

Auch die Informatikdidaktik als technisch orientiertes Fach zählt die Leitlinie „Problemlösen mit Informatiksystemen“ zu ihren zentralen Grundpositionen (Friedrich, 1995):

Die Schülerinnen und Schüler sollen Probleme erkennen, die mit Informatiksystemen gelöst werden können, einen Einblick in gesellschaftlich bedeutsame Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnik erhalten, erkennen, dass Modellbildung ein zentrales Element des Problemlösens mit Informatiksystemen ist, problemadäquate Softwarewerkzeuge (Standardsoftware, Softwaretools, Programmiersprachen) zur Lösung von Problemen auswählen und anwenden, Problemlösungen hinsichtlich ihrer Relevanz, Korrektheit und Effizienz beurteilen (Friedrich, 1995).

Ein „Problem“ wird dabei in der Informatik durch drei Komponenten beschrieben: Einen unerwünschten Anfangszustand, einen erwünschten Zielzustand und eine Barriere, die die Überführung des Anfangszustandes in den Zielzustand zunächst verhindert (Hubwieser, 2007 S. 68) – die Definition gleicht damit dem allgemeinen Problemverständnis der Technikdidaktik.

In den Naturwissenschaften versteht man unter einem „Problem“ dagegen eher eine ungelöste Frage, ein unerklärtes Phänomen, ein Erkenntnis„problem“ – etwas, das die Naturwissenschaft bisher noch nicht erklären kann. Diese Probleme sollen durch das „kausale wie auch logische Erklären in einer den Naturwissenschaften eigentümlichen Rationalität“ und „das über gezielte Fragen an die Natur und durch speziell entworfene Experimente erreichte objektive Problemlösen“ (Langlet et al., 2007 S. 141) aufgeklärt werden, wobei dieses „Problemlösen“ als „die anspruchsvollste und komplexeste kausalanalytische Fertigkeit“ naturwissenschaftlicher Bildung gilt (Langlet et al., 2007 S. 144). „Kausalanalytisch“ können aber naturgemäß bestenfalls die ursächlichen Zusammenhänge eines „Problems“ verstanden werden – zur „Problemlösung“ bedürfte es noch einer final orientierten und damit technischen Handlung,

wobei sich die Frage stellt, wie wir das „Problem“, welches wir noch nicht verstanden haben, eigentlich „lösen“ wollten, beispielsweise das Problem der beschleunigten Expansion des Weltalls. Die korrespondierende, finale (technische) Handlung findet sich daher höchstens in der Konstruktion der „speziell entworfenen Experimente“, also dem Einsatz von (technischen Mitteln) mit dem Handlungsziel, unsere Erkenntnislücke zu schließen – und nicht in einer Problemlösung für das Universum. Statt von „Problemlösung“ sollte man im Falle ungeklärter naturwissenschaftlicher Phänomene vielleicht konsequenter von einer „Problemorientierung“ sprechen – die sicher motivierend und Interesse fördernd im Unterricht eingesetzt werden kann, aber eben nicht „problemlösend“.

In der Mathematik versteht man unter „Problemlösen“ das „Auffinden mathematisch interessanter Sachverhalte“ (Leuders, 2011 S. 120), die „Entdeckung mathematischer Zusammenhänge“ (Leuders, 2011 S. 121) sowie die „Entwicklung mathematischer Begriffe“, „mathematischer Ideen“ und weiterführender „Probleme“ (Leuders, 2011 S. 122) – „Probleme sind Kontexte für das Erfinden von Mathematik“ (Leuders, 2011 S. 122). Unter einem mathematischen Problem wird „eine (auf ein Individuum bezogene) Anforderung verstanden, deren Lösung mit Schwierigkeiten verbunden ist – „insofern stellt sich für den Mathematikunterricht ein Problem dar als eine individuell schwierige Aufgabe“ (Heinrich et al., 2015 S. 279). „Problemlösen“ wird dabei wiederum beschrieben als „der Prozess der Überführung eines Ausgangszustandes in einen Zielzustand“, „bei dem gewisse (auch personenspezifische) Schwierigkeiten bzw. Barrieren überwunden werden müssen“ (Heinrich et al., 2015 S. 280). Der Problembegriff wird darüber hinaus für bekannte und/oder bedeutende „mathematische Herausforderungen“ wie die Quadratur des Kreises, Fermats Großen Satz oder die Riemannsche Vermutung verwendet, wobei man ungelöste und gelöste Probleme unterscheidet (Heinrich et al., 2015 S. 280). Dieses Problemverständnis und die im Mathematikunterricht erworbene Problemlösefähigkeit haben aber offenbar nur bedingt mit der Lösung von technischen oder Alltagsproblemen zu tun. Schülerinnen und Schüler erlernten beim Problemlösen im Mathematikunterricht immerhin „allgemeine Herangehensweisen, Strategien“, „die sie in anderen Situationen innerhalb und außerhalb des Mathematikunterrichts anwenden können“ (Heinrich et al. 2015 S. 285). Dazu komme eine allgemeine „Förderung logischen Denkens und der Kreativität“ sowie eine Stärkung der „Anstrengungsbereitschaft“ (Heinrich et al., 2015 S. 285), „indem sie [die Lernenden] nicht gleich nach einem nicht zielführenden Lösungsansatz aufgeben“ (Heinrich et al., 2015 S. 286).

Auch für die Informatikdidaktik gilt offenbar, dass „viele ‚Probleme‘ im Wesentlichen darin bestehen, das Rezept zur Lösung einer Aufgabe zu finden, woraufhin das Problem trivial und in wenigen Schritten lösbar wird“ (Schubert et al., 2011 S. 366). Zudem entstammten viele Probleme der Mathematik und hätten damit den Nachteil, „dass meist nur eine richtige Lösung möglich und das Problem selbst oft lebensweltfern ist“ (Schubert et al., 2011 S. 366) – im Unterschied zu einer (informations-)technischen Problemlösung,

die mit einem lebensweltnahen menschlichen Bedürfnis verknüpft ist, zu dessen Befriedigung es zudem mehrere Lösungswege gibt, unter denen je nach den Begleitumständen einer ausgewählt wird.

Aus Sicht der pädagogischen Psychologie ist es für die Motivation der Schülerinnen und Schüler wesentlich, dass „eine Aufgabe für sie von Bedeutung ist“ (Schubert et al., 2011 S. 366):

Ein Problem ist für einen Schüler relevant, und bedeutungsvoll, wenn es Bezug zu seiner Lebenswelt aufweist, wenn er es als persönliche Hürde auffasst und er das angestrebte Ziel auch tatsächlich erreichen möchte (Schubert et al., 2011 S. 366 f.).

Stellt ein Problem sich nicht als Problem für den Schüler dar, z. B. weil es ihm nur vom Lehrer auferlegt wurde oder es sich darüber hinaus nur um eine Aufgabe handelt, zu welcher der Lehrer gar die Lösung bereits kennt, sind die Bedingungen an ein Problem in diesem Verständnis nicht erfüllt – es fehlt die Motivation, das Problem zu lösen (Schubert et al., 2011 S. 367).

David P. Ausubel urteilte bereits vor 50 Jahren in seiner „Psychologie des Unterrichts“ über die gängige Praxis des Problemlösens:

Vieles, das als sinnvolles Problemlösen gilt, ist einfach eine Art des mechanischen Entdeckens. Beispiel ist das überall zu findende ‚Standardproblem‘-Vorgehen beim Lehren von Mathematik und Wissenschaft. [...] In den meisten Mathematik- und Wissenschaftsklassen involviert das Lösen von Standardproblemen kaum mehr als mechanisches Auswendiglernen und mechanische Anwendung von Formeln, mechanische Manipulation von Symbolen und den Gebrauch von im wesentlichen irrelevanten Hinweisen für die Identifikation von Problemen als Angehörige einer Klasse (Ausubel, 1974 S. 598).

Stellen sich die Probleme aber als Probleme der Schülerinnen und Schüler dar, als relevant verknüpft mit ihrer Lebenswelt, so lässt sich aus oben Gesagtem eine Steigerung von Motivation und Interesse ableiten – man denke an die Mobilisierung junger Menschen durch die „Klimaproblematik“ und das Entstehen einer motivierten und engagierten „Fridays for Future“-Bewegung. Die Globalen Probleme unserer Zeit, „Schlüsselprobleme“, die „Gegenwart und Zukunft der menschlichen Gesellschaft maßgeblich beeinflussen“ (Brucker, 2012 S. 41) sind fest im Curriculum und im Selbstverständnis des Fachs Geographie verankert:

Der Umgang mit globalen Problemen erfordert eine Anpassung bisheriger Verhaltensweisen und Handlungsstrategien auf der Grundlage von Sachwissen, Urteilsfähigkeit sowie Problemlösekompetenz. Weil die genannten Prozesse ihre Dynamik aus den Wechselwirkungen zwischen naturgeographischen Gegebenheiten und menschlichen Aktivitäten erhalten, können diese Qualifikationen insbesondere durch eine Verknüpfung von naturwissenschaft-

licher und gesellschaftswissenschaftlicher Bildung aufgebaut werden. Gerade hier besitzt die Geographie ihr besonderes fachliches Potenzial“ (Brucker, 2012 S. 41).

Die Verbindung von „echten“ Problemen, globalen Problemen oder Schlüsselproblemen der Menschheit mit einer technisch-problemlösenden Handlung sollte also über eine Anbindung an die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler und die dadurch geschaffene Relevanz des Lernstoffs und des Unterrichts zu Motivation und Interesse für MINT-Themen führen (siehe Abbildung 4). Dafür wäre eine enge Zusammenarbeit von Geographie und Technik wünschenswert. Nebenbei könnte dadurch den MINT-Fächern auch ein Image als „Weltretter-Fächer“ gegeben werden und das entsprechende schulische und vorberufliche Interesse für die MINT-Fächer besser in das Selbstkonzept junger Menschen integriert und dadurch die Berufswahl positiv beeinflusst

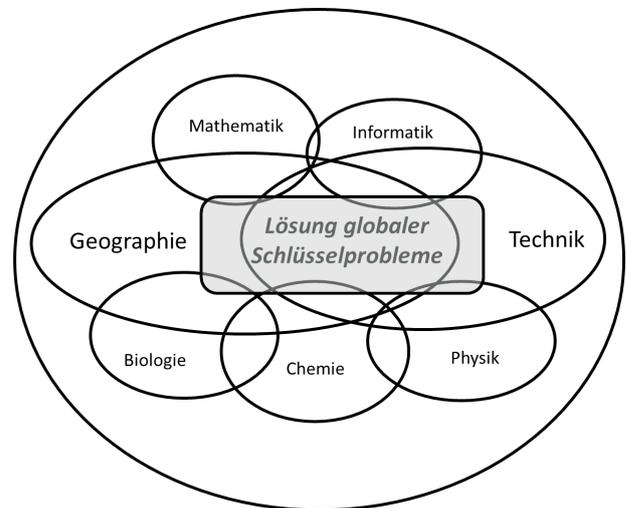


Abbildung 4: Lösung globaler Schlüsselprobleme in Geographie, Technik und MINT

werden.

MINT-Konzept V: „TBNE“ – Technische Bildung für nachhaltige Entwicklung

Der Klimawandel wird zukünftig sicher eines der drängendsten gesellschaftlichen Probleme (wenn er es nicht schon heute ist), „doch sind wir immer noch weitgehend ratlos, wie die zeitgenössische Schulbildung darauf reagieren sollte“ (Stilz et al., 2021 S. 211). Sicher ist, dass die Lösung für dieses gewaltige Problem eine technische Lösung sein wird, in welcher Form auch immer. Ebenso sicher werden ökologische, ökonomische und soziale Fragen und damit die drei Säulen der Nachhaltigkeit bei der Lösung dieses Problems eine Rolle spielen. Ein aktuelles Projekt der TU Berlin versucht daher, Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), Digitalisierung und Technische Bildung miteinander zu verschränken (Stilz et al., 2021).

Klimawandel und andere globale Entwicklungsprobleme werden die Gegenwart und Zukunft der menschlichen Gesellschaft maßgeblich beeinflussen. Schon Wolfgang Klafki hat den Bildungswert derartiger Themenfelder erkannt und

daraus das Konzept der „epochaltypischen Schlüsselprobleme“ entwickelt (Klafki, 2007a), welches „als thematische Dimension einer zukunftsbezogenen ‚Allgemeinbildung‘“ zentral berücksichtigt werden müsse (Klafki, 1995). Auch die Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) bzw. deren Vorgängerinstitution, die „Konferenz der Vorsitzenden Fachdidaktischer Fachgesellschaften“ (KVFF), sieht die globalen Probleme unserer Zeit als „geeignete Ausgangspunkte“:

Aktuelle gesellschaftliche Probleme sind als Ausgangspunkte für die Förderung fächerverbindender Kompetenzen geeignet. Hier treffen die Interessen der Lernenden mit dem Bedarf an Klärung komplexer Sachverhalte zusammen. Die Bearbeitung derartiger Probleme erfordert Fachdidaktiker mit stark disziplinar gesicherter Kompetenz und mit der Bereitschaft zur interdisziplinären Zusammenarbeit (KVFF, 1998 S. 28 f.).

Unter Schlüsselproblemen „werden Sachverhalte von solch einer zeitlich-räumlichen Dimension verstanden, die die Lebensperspektiven gegenwärtiger und zukünftiger Generationen beeinflussen und demzufolge bereits in der Schule zum Unterrichtsinhalt gehören müssen. Zu den noch immer ungelösten Gegenwartsproblemen gehören: Umweltgefährdung; Ressourcensicherung; Völkerverständigung und Friedenssicherung; soziale Ungleichheit, globale Disparitäten; Minderheitenkonflikte; Geschlechter- und Generationenverhältnis; Sucht, Aggression, Gewalt“ (Brucker et al., 2012 S. 40).

Kein einzelnes Schulfach kann derartige Schlüsselprobleme allein vollständig thematisieren – der Geographieunterricht kann diese Themen aber ideal zusammenführen: „Gegenstand und zentrale Zielstellungen des Geographieunterrichts“ führen „mit logischer Konsequenz“ dazu, dass eine Auswahl dieser Schlüsselprobleme zum festen Bestandteil eines geographischen Kerncurriculums zählt (Brucker et al., 2012 S. 40). Dabei sind es zwei Eigenschaften, die den Geographieunterricht besonders für die Behandlung von Schlüsselproblemen prädestinieren:

- „die mehrperspektivische Betrachtungsweise (physisch-geographisch und humangeographisch) wird der Spezifik globaler Probleme besonders gerecht;
- durch die raumbezogene Behandlung und den fachspezifischen Maßstabswechsel erhalten regionale Differenzierungen globaler Probleme die entsprechende Aufmerksamkeit“ (Brucker et al., 2012 S. 38).

Die hier für den Geographieunterricht angeführte Mehrperspektivität deckt sich hervorragend mit dem mehrperspektivischen Ansatz Allgemeiner Technikbildung.

Der Umgang mit globalen Problemen erfordert eine Anpassung bisheriger Verhaltensweisen und Handlungsstrategien auf der Grundlage von Sachwissen, Urteilsfähigkeit sowie Problemlösekompetenz. Weil die genannten Prozesse ihre Dynamik aus den Wechselwirkungen zwischen naturgeographischen Gegebenheiten und menschlichen Aktivitäten erhalten, können diese Qualifikationen insbesondere durch eine Verknüpfung von naturwissenschaftlicher und gesellschaftswissenschaftlicher Bildung

aufgebaut werden. Gerade hier besitzt die Geographie ihr besonderes fachliches Potenzial (Brucker et al., 2012 S. 41; nach DGfG 2007, verändert).

Auch hier finden sich wieder Parallelen mit der Verknüpfung natürlicher und sozialer Dimensionen allgemeinbildenden Technikunterrichts.

„Mit dem Gestaltungsbegriff wird bewusst – auch in Abgrenzung zum Terminus Handlungskompetenz – auf das Potenzial einer offenen Zukunft, die von allen Bürgern gestaltet wird, hingewiesen.“ (Brucker et al., 2012 S. 38) – man vergleiche diese Formulierung mit der finalen Orientierung der Technik! Das „Potenzial einer offenen Zukunft“ könnte sich dazu hervorragend einfügen in ein „Weltretter“-Image der MINT-Fächer.

Auch eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg verbindet aktuell die Themen „Technische Bildung“ und „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ zu einer „Technischen Bildung für nachhaltige Entwicklung (TBNE)“ (Brämer et al., 2020) und stellte jüngst erste Ergebnisse dazu vor (Bünning et al., 2020; Vieback et al., 2020). Die TBNE-stiftende Verbindung wird dabei hergestellt zwischen dem Nachhaltigkeits-Dreiklang aus Ökologie, Ökonomie und Sozialem und den entsprechenden Perspektiven der Technikbildung im mehrperspektivischen Modell nach Ropohl (Bünning et al., 2020).

Die entsprechenden ökologischen, ökonomischen und sozialen Perspektiven finden sich auch im Mehrperspektivischen Modell der Technikdidaktik nach Ropohl (Ropohl, 2009 S. 32). Könnte „TBNE“ daher auch ein Ansatz sein für ein interdisziplinäres MINT-Konzept sein? Eine Analyse auf das Vorkommen der Konzepte „Nachhaltigkeitserziehung“ bzw. „BNE“ in den verschiedenen Fächern ergab keine Treffer innerhalb der untersuchten Mathematik-, Informatik-, Chemie- und Technikdidaktiken, jeweils zwei Treffer in den untersuchten Biologie- und Physikdidaktiken – und 24 Treffer in der Geographiedidaktik (siehe Tabelle 8 bzw. Abbildung 5).

Auch wenn das Konzept der „Nachhaltigkeitserziehung“ bzw. „BNE“ in der hier angestellten Inhaltsanalyse und den hier betrachteten Quellen in der Technikdidaktik nicht aus-

Fach	Häufigkeit der Konzepte „Nachhaltigkeitserziehung“ oder „BNE“
Mathematik	0
Informatik	0
Biologie	2
Chemie	0
Physik	2
Geographie	24
Technik	0

Tabelle 8: Häufigkeit der Konzepte „Nachhaltigkeitserziehung“ und „BNE“ in den untersuchten Fachdidaktiken

Konzept "BNE"

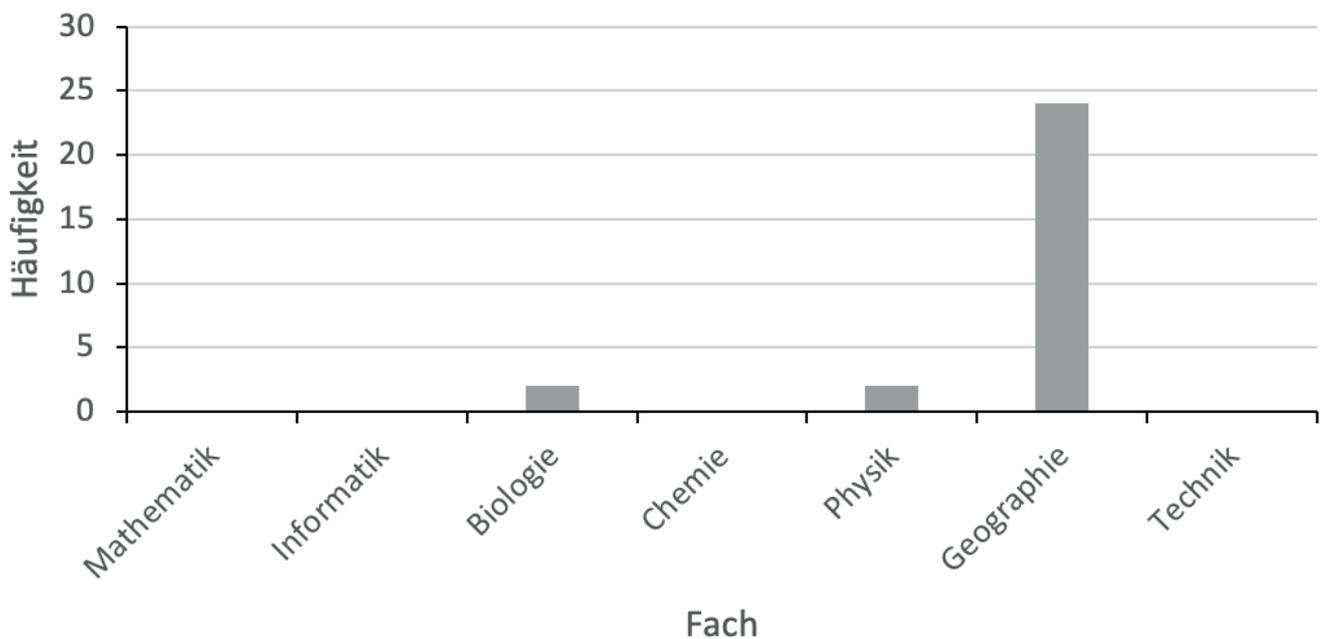


Abbildung 5: Häufigkeit der Konzepte „Nachhaltigkeitserziehung“ und „BNE“ in den untersuchten Fachdidaktiken

drücklich vorkommt, finden sich ökologische, ökonomische und soziale Perspektiven der Nachhaltigkeit sich auch innerhalb des Konzepts der „Mehrperspektivität“ in der Technikbildung wieder. Geographie- und technikdidaktische Konzepte, vereinigt in einem „TBNE-Konzept“, würden also die Perspektiven einer „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ hervorragend abdecken.

Allerdings muss die Frage gestellt werden, ob durch die Verbindung der komplexen Allgemeinen Technikbildung in ihrer Mehrperspektivität mit der nicht minder komplexen Bildung für nachhaltige Entwicklung innerhalb des komplexen natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Konstrukts der Geographiedidaktik in der Summe nicht eine Überkomplexität erreicht wird, die ein Unterrichten in der Schulpraxis nahezu unmöglich macht – welche Lehrkraft könnte dieses komplexe Konstrukt inhaltlich und methodisch kompetent abdecken?

MINT-KONZEPTFRAGMENT „HANDLUNG“

„Handlung“ bzw. „Handeln“ ist ein Konzept, welches in der vorliegenden Analyse in mehreren Fachdidaktiken identifiziert wurde – hier soll diskutiert werden, ob „Handlung“ oder „Handeln“ ein zentrales Element eines MINT-Konzepts sein könnte.

„Handeln im Zielkonflikt“ ist ein zentrales Element von Technik, die Vermittlung entsprechender Kompetenzen daher Ziel jeder technischen Allgemeinbildung (VDI, 2007 S. 10). Die „Handlungsdimension“ wird in den Bildungsstandards Technik durch die Kompetenzbereiche „Technik konstruieren und herstellen“, „Technik nutzen“, „Technik bewerten“ und „Technik kommunizieren“ abgedeckt (VDI, 2007 S. 8), wobei „Technik konstruieren und herstellen“ und „Technik nutzen“ hier als „Handeln im engeren Sinne“ betrachtet werden.

Auch die Bildungsstandards der Geographie weisen einen Kompetenzbereich „Handlung“ aus – dort heißt es: Schülerinnen und Schüler erlangen [...] die Fähigkeit, potentiell in konkreten Handlungsfeldern sach- und raumgerecht tätig zu werden und zu Lösungen von Problemen beizutragen. Dies kann/sollte auch zur Handlungsbereitschaft führen (DGfG, 2014 S. 25).

„Verantwortungsbewusstes Handeln kann nur dann stattfinden, wenn neben dem fachlichen Grundwissen auch handlungsrelevantes Wissen [...] vermittelt wird und darüber hinaus entsprechende(s) Motivation/Interesse bei den Schülerinnen und Schülern vorliegt. Zwar können – selbst wenn Handlungswissen und ein entsprechendes Interesse vorliegen – noch zahlreiche Blockaden die Handlungsbereitschaft und erst recht das tatsächliche Handeln verhindern. Gleichwohl zielt der Geographieunterricht gemeinsam mit anderen Schulfächern darauf ab, auch die Bereitschaft zum angemessenen Handeln (H3) zu entwickeln“ (DGfG, 2014 S. 25 f.).

Die erwähnte Kompetenz H3 lautet: „Bereitschaft zum konkreten Handeln in geographisch/geowissenschaftlich relevanten Situationen (Informationshandeln, politisches Handeln, Alltagshandeln)“ (DGfG, 2014 S. 27) und umfasst im Einzelnen die Bereitschaft,

- „andere Personen fachlich fundiert über relevante Handlungsfelder zu informieren (z. B. Umwelt- und Sozialverträglichkeit einer Umgehungsstraße, Notwendigkeit eines Deichbaus oder von Überflutungsflächen, nachhaltige Stadtentwicklung, nachhaltige Landwirtschaft);
- fachlich fundiert raumpolitische Entscheidungsprozesse nachzuvollziehen und daran zu partizipieren (z. B. Planungsvorschläge an den Gemeinderat, Beteiligung an der Lokalen Agenda des Heimatortes);
- sich in ihrem Alltag für eine bessere Qualität der Umwelt, eine nachhaltige Entwicklung, für eine interkulturelle Verständigung und ein friedliches Zusammenleben in der Einen Welt einzusetzen (z. B. Kauf von Fair-Trade- und/oder Ökoprodukten, Partnerschaften, Verkehrsmittelwahl, Abfallvermeidung)“ (DGfG, 2014 S. 27 f.).

Die beschriebene „Bereitschaft zum verantwortungsvollen Handeln“ enthält zweifellos mehrperspektivische Dimensionen im Sinne der Technikdidaktik und könnte ein lohnendes Bildungsziel eines integrierten MINT-Konzeptes sein, welches gleichzeitig der MINT-Bildung das Image des „Weltrettens“ verleiht. Ob und wie eine Zusammenführung der Handlungskompetenzen aus Geographie- und Technikdidaktik gelingen kann, müsste Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Grenzen und Schwächen

Wohl eher unkonventionell ist sicher das Vorgehen, Layoutmerkmale wie Überschriften zur Extraktion von Konzepten in der Qualitativen Inhaltsanalyse einzusetzen (siehe Teil I). Neben überraschenden Einsichten zeigten sich allerdings auch „layoutbedingte“ Verzerrungen der Analyse. Auffällig ist beispielsweise der hohe Wert für die Häufigkeit des Konzepts „Problemorientierung“ in der Chemiedidaktik, der offensichtlich auf das Layout eines einzigen Lehrwerks zurückzuführen ist: Der Titel von Barke und Harsch (2011) listet im Anschluss an manche Kapitel eine große Anzahl von Experimentieranschlägen auf – allein an das erste Kapitel „Schülervorstellungen“ schließen sich zwölf beispielhafte Experimente an. Jeder dieser Experimentieranschläge ist im Layout aufgebaut mit einer Überschriftengliederung in „Problem“, „Material“, Durchführung“ usw., was schon für das erste Kapitel zwölfmal das nach den Vorgaben zu extrahierende Item „Problem“ ergab – für das gesamte Werk summierte sich diese layoutbedingte Verzerrung auf 61 Items. All diesen „Problem“-Items wurde anschließend 61-mal das Konzept „Problemorientierung“ zugeordnet. Subtrahiert man diese layoutbedingt verzerrte Häufung, ergibt sich für das Konzept „Problemorientierung“ auch in der Chemiedidaktik eine Häufigkeit, die vergleichbar ist mit der der anderen naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken.

Einige offensichtlich ebenso verbreitete wie zentrale Konzepte einzelner Fachdidaktiken wurden durch das forschungsmethodische Vorgehen nicht identifiziert. In der Chemiedidaktik beispielsweise spielt das „Chemische Dreieck“ oder „Johnstone-Dreieck“, welches die makroskopische, submikroskopische und symbolische Ebene der Che-

mie verbindet, eine wichtige Rolle – dieses Konzept wurde in der vorliegenden Arbeit nicht identifiziert, da es offensichtlich in keiner Überschrift vorkommt. Mahaffy (2004) ergänzte die drei Ebenen des „chemischen Dreiecks“ noch um ein „Human element“, das „Chemische Dreieck“ wird damit zum Tetraeder (Petermann et al., 2008), später wurde das Konzept noch um eine Perspektive „Kontext“ ergänzt und damit noch stärker in die Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler eingebettet (Parchmann et al., 2015) – dieser erweiterte „Mahaffy-Tetraeder“ hätte sich hervorragend in das Konzept der „Mehrperspektivität“ eingepasst, wurde aber ebenfalls nicht identifiziert.

Ebenso erging es dem „Dagstuhl-Dreieck“ der Informatikdidaktik mit seinen technologischen, gesellschaftlich-kulturellen und anwendungsbezogenen Perspektiven (Gl, 2016 S. 3), die dem mehrperspektivischen Ansatz der Technikdidaktik entsprechen – hier liegt die Schwäche allerdings eher am Alter der analysierten Quellen, die bereits allesamt vor der Erstellung des Dagstuhl-Dreiecks erschienen sind. Die Auswahl der für diese Arbeit zu analysierenden Quellen nach dem ausgewiesenen Verkaufsrang eines großen Onlinehändlers bot den Vorteil einer anzunehmenden weiten Verbreitung innerhalb der Lehrerschaft und damit ein Abbild der Schulpraxis, brachte aber natürlich gleichzeitig den Nachteil mit sich, dass aktuelle (hochschul-)didaktische Diskurse dort nicht abgebildet sein konnten. Vergleichbares gilt für die „Nature of Science“, die als „NOS“ seit vielen Jahrzehnten eine wichtige Rolle im internationalen Diskurs über „Science Education“ spielt, in der deutschen Fachdidaktik aber erst seit rund 20 Jahren beforscht und als wichtige Teilkompetenz des Kompetenzbereichs „Erkenntnisgewinnung“ diskutiert wird. Die „Nature of Science“ wurde in der vorliegenden Arbeit zwar identifiziert und immerhin auf Rang 28 der häufigsten Konzepte gelistet (in der Biologiedidaktik auf Rang 20, in der Chemiedidaktik auf Rang 12, in der Physikdidaktik auf Rang 14), eine Auswertung aktueller Zeitschriftenpublikationen auf das Konzept „NOS“ würde aber vermutlich einen wesentlich höheren Rang des Konzepts in allen Naturwissenschaftsdidaktiken und damit auch im Gesamt-rang ergeben.

FAZIT UND AUSBLICK

Die Analyse der untersuchten Fachdidaktiken (siehe Teil I) ergab eine Vielzahl von Konzepten, die den untersuchten Fächern in verschiedensten Kombinationen gemein sind und daher Bausteine einer fächerübergreifenden MINT-Didaktik bilden könnten – fünf verschiedene „MINT-Konzepte“ werden in dieser Studie vorgeschlagen und diskutiert.

Aus Sicht der Technikdidaktik fiel bei der Analyse der MINT-Didaktiken auf, dass wesentliche Konzepte der Technik, ihrer Philosophie und ihrer Didaktik sich unreflektiert und unkommentiert innerhalb der naturwissenschaftlichen Bildungsstandards und Didaktiken wiederfinden. Da der Zusschnitt von Unterrichtsfächern und entsprechender Curricula einer normativen bildungspolitischen Setzung entspringt und keiner wissenschaftstheoretischen Fundamentaldiskussion, ist die Einführung originär technischer Konzepte wie

„Bewertungskompetenz“ und „Problemlösekompetenz“ in naturwissenschaftliche Fächer sicher begründbar, sollte aber in der Lehrkräfteausbildung wie gegenüber Schülerinnen und Schülern im Unterricht zumindest explizit benannt und reflektiert werden. Dieses könnte einer verbesserten Berufs- und Studienorientierung und damit möglicherweise einer Verringerung der Abbrecherquote dienen, wenn beispielsweise frühzeitig darauf hingewiesen würde, welche Themen des Biologieunterrichts sich innerhalb der kausal-erkenntnisorientierten Naturwissenschaften und welche sich auf dem Gebiet der final-gestaltenden Technik bewegen – wer sich beruflich der Welternährung widmen möchte, sollte sich statt der Botanik lieber der Biotechnologie oder Landwirtschaftstechnik zuwenden.

Die Geographie und ihre Didaktik sollten in MINT-Konzepte integriert werden – nicht nur wegen der Konzepte, die sie mit der Technik verbinden (beispielsweise die komplementären Konzepte des „Technischen Handelns“ und des „verantwortungsvollen Handelns“ der Geographie) und die in den Naturwissenschaften fehlen, sondern auch wegen der wissenschaftstheoretisch feinen Unterscheidung zwischen „Beurteilen“ und „Bewerten“, mit der zwischen naturwissenschaftlichen Aussagen und ethischen oder sozialen Werten und Normen unterschieden werden kann – eine Unterscheidung, die der „Bewertung“ der naturwissenschaftlichen Bildungsstandards fehlt. Und nicht zuletzt ist die Geographie wichtig wegen der „epochaltypischen Schlüsselprobleme“, von denen rund die Hälfte MINT-Probleme sind und die im Geographie-Curriculum behandelt werden.

Klar wurde, dass es ohne einen fachlichen und unverkürzten Technikunterricht keine gelingende MINT-Bildung geben kann. So wenig die Biologie verstanden werden kann ohne ein tiefes Verständnis der Evolution, so wenig kann Technik und damit MINT verstanden werden ohne ein Verständnis des „Wesens der Technik“: Technik entwickelt Lösungen für menschliche Probleme, seien sie individuell, gesellschaftlich oder planetar. Für die Vermittlung dieses Wesens der Technik bedarf es eines mehrperspektivischen Technikunterrichts – dieses Verständnis kann weder durch rein handwerkliche Tätigkeiten in einem „Werkunterricht“ vermittelt werden noch durch die Betrachtung physikalischer Eigenschaften eines Elektromotors in fächerverbindenden „Naturwissenschaft und Technik“-Konstrukten.

Vorausgesetzt, die entsprechenden MINT-Konzepte berücksichtigen tatsächlich eine unverkürzte und mehrperspektivische Technikbildung und beziehen den geosystemischen Blick der Geographie auf die planetaren „Schlüsselprobleme“ mit ein, so scheinen entsprechende MINT-Konzepte mit ihrer Mehrperspektivität, Lebenswelt- und Problemorientierung tatsächlich einen Mehrwert für vorberufliche Orientierung, Motivation und Interesse bieten zu können – und damit eine pädagogische und didaktische Begründung für „MINT“ liefern zu können.

In einem nächsten Schritt könnten die vorgelegte Analyse, ihre Ergebnisse und Ableitungen durch Experten und Expertinnen der einzelnen Fachdidaktiken begutachtet und inklusive der induktiv zugeschriebenen Konzepte auf Plausibilität beurteilt werden. Die fünf vorgestellten „MINT-Kon-

zepte“ könnten anschließend theoretisch beleuchtet und sicher weiter diskutiert, verworfen, korrigiert oder erweitert werden.

Weitere Klärung der Überlappungen der einzelnen Basis-konzepte, deren Zusammenhänge und Ansätze für eine potentielle Integration könnte eine Analyse der „Gemeinsamen Referenzrahmen“ geben, die nicht Bestandteil der vorliegenden Untersuchung war: Sowohl für die Naturwissenschaften wie auch für die Informatik und die Technik existieren mittlerweile so genannte „Referenzrahmen“, welche in Anlehnung an den „Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER)“ (Goethe-Institut, 2001) entworfen wurden, der durch die europaweit einheitliche Definition von sprachlichen Kompetenzniveaus eine „Grundlage für die Erstellung von Lehrplänen, Lehrwerken und die Entwicklung von Prüfungen“ bieten soll (Goethe-Institut, 2001).

Für die MINT-Fächer wurden bisher als vergleichbare „Referenzrahmen“ entwickelt:

- der „Gemeinsame europäische Referenzrahmen für Naturwissenschaften (GERRN)“ (Eisner et al., 2017),
- der „Gemeinsame Referenzrahmen Informatik (GeRRI)“ (Röhner et al., 2020) und
- der „Gemeinsame Referenzrahmen Technik (GeRRT)“ (Gerste et al., 2021).

Eine Ausweitung der Untersuchung auf die „Europäischen Referenzrahmen“ GeRRN, GeRRI und GeRRT könnte weitere Ansätze zur Clusterung von MINT-Konzepten bieten, war aber nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

Ein Desiderat blieb die empirische Überprüfung der hier vorgeschlagenen MINT-Konzepte: Ließe sich durch relevante, lebensweltnahe, technische Problemlösungen für weltweite Schlüsselprobleme als Zentrum eines MINT-Unterrichts das Interesse junger Menschen an Mathematik, Informatik, Biologie, Chemie, Physik, Geographie und Technik steigern? Würden sich durch einen Imagewandel der MINT-Fächer hin zu einem „Weltretter“-Image mehr junge Frauen für MINT-Fächer und -Berufe begeistern lassen? Ließe sich die Berufsorientierung schärfen, wenn die wissenschaftstheoretischen Unterschiede – hier erkenntnisorientierte Naturwissenschaft, dort gestaltende Technik – im Unterricht explizit herausgestellt werden? Empirische Untersuchungen hinsichtlich vorberuflicher Orientierung und einer möglichen Steigerung von Interesse und Motivation durch eines oder mehrere der in dieser Arbeit vorgeschlagenen MINT-Konzepte könnten zeigen, ob die hier theoretisch analysierten und diskutierten Modelle tatsächlich einen Mehrwert in der Praxis bieten könnten – für eine verbesserte allgemeine MINT-Bildung für alle.

Wie eine Lehrkräfteausbildung und -professionalisierung aussehen müsste, die Lehrende auf die gesamte Breite des MINT-Spektrums inklusive einer unverkürzten, mehrperspektivischen Technikbildung vorbereitet, ist allerdings eine ungeklärte Frage. Unklar wäre ebenso, welche Fachraumkonzepte für einen MINT-Unterricht nötig wären beziehungsweise an welcher Schule solche multifunktionalen Fachräume tatsächlich vorhanden wären (Rajh, 2016 S. 18 f.). Unstrittig ist, dass die naturwissenschaftlichen Fächer domänenspezifische Fachräume benötigen, die sich zwischen

Chemie- und Physikunterricht deutlich unterscheiden – hier Abzüge und Laborbänke für Nassexperimente, dort beispielsweise Arbeiten mit Hochspannung. Technikunterricht wiederum braucht Maschinen und Handwerkzeuge, braucht Lager- und Maschinenräume (Bienhaus, 2018) – wie also sollte ein gemeinsamer Fachraum für den MINT-Unterricht aussehen und ausgestattet sein? Hier fehlen offenbar noch entsprechende didaktisch tragbare Konzepte.

Innerhalb der Technikdidaktik gibt es noch keinen breiten Konsens, „ob ‚man‘ bei MINT ‚mitmachen‘, es als Herausforderung oder als Zumutung betrachten“ solle (Rajh, 2016 S. 17) – „Technische Bildung und MINT: Chance oder Risiko?“ lautete denn auch das Thema einer Tagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung (Bienhaus et al., 2015). Eine didaktische Konzeption von MINT-Fächerverbänden, die tatsächlich die gesamte Mehrperspektivität der Technik als Bestandteil der menschlichen Kultur abbilden, könnte die Diskussion um das Für und Wider eines lernförderlichen MINT-Konstruktes daher wirkungsvoll bereichern (Rajh, 2015b, 2016).

DANKSAGUNG

Der Autor dankt Prof. Dr. Lars Windelband, damals Professur für Technikdidaktik der PH Schwäbisch Gmünd, und Prof. Dr. Martin Lindner, damals Professur für Biologiedidaktik und Vertretungsprofessur für Geographiedidaktik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg für die Betreuung dieser Arbeit sowie allen Interratern für die Überprüfung der Inter-subjektivität der Methode.

Die komplette Studie „Konzepte einer MINT-Didaktik. Fachdidaktische Analyse und Versuch einer Synthese“ ist über den Buchhandel oder bei Budrich Academic Press erhältlich, ISBN 978-3-96665-067-0, 309 S., 2023. Eine ausführliche Literaturliste und Rezensionsexemplare der Studie sind über den Autor erhältlich: dierk.suhr@gmx.de.

AUTORINNENINFORMATION

Dr. Dr. Dierk Suhr

ist Biophysiker und beschäftigt sich seit 30 Jahren in verschiedensten Managementpositionen mit gelingender MINT-Bildung – als Geschäftsführer von Klett MINT und des Vereins zur MINT-Talentförderung oder als Schulentwickler und Leiter des plus-MINT Talentzuges am Internatsgymnasium der Stiftung Louisenlund. Nebenberuflich forschte Dierk Suhr von 2016 bis 2022 als externer Doktorand in der Technikdidaktik der PH Schwäbisch Gmünd zu „Konzepten einer MINT-Didaktik“, seit 2020 entwirft er MINT-Lernräume als pädagogischer Leiter des Schulausstatters Hohenloher.



tedu

2|2024