

Suhr, Dierk

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

technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 4 (2024) 1, S. 3-15



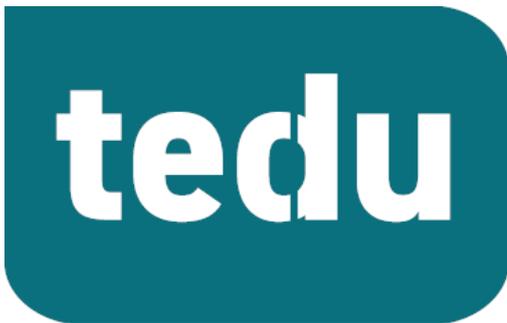
Quellenangabe/ Reference:

Suhr, Dierk: Konzepte einer MINT-Didaktik. Fachdidaktische Analyse und Versuch einer Synthese: Teil I: Fachdidaktische Analyse - In: *technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht 4 (2024) 1, S. 3-15* - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-300669 - DOI: 10.25656/01:30066

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-300669>

<https://doi.org/10.25656/01:30066>

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

1 | 2024

|| 1 a n e o n Arial

|| 1 n n n e n Futura PT

|| 1 a n e o Source Sans Pro

www.tec-edu.net

tedu

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

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

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
Lucas Bareis
Daniel Beckenbauer
Fabian Csoch
Maximilian Fuchs
Markus Hummel
Lara Mayer
Jochen Pfeifer
Dierk Suhr
Katrin Wohlfromm

Inhalt

GRUSSWORT DER HERAUSGEBER.....2

UNTERRICHTSFORSCHUNG

D. SUHR

KONZEPTE EINER MINT-DIDAKTIK.....3

UNTERRICHTSFORSCHUNG

F. CSOSCH

SOZIALE ROBOTER IM TECHNIKUNTERRICHT16

UNTERRICHTSPRAXIS

K. WOHLFROM

KI-GENERIERTE PÄDAGOGISCHE AGENTEN30

UNTERRICHTSPRAXIS

M. FUCHS

EIN UNTERRICHTSTAUGLICHES 3D-DRUCKERGEHÄUSE37

UNTERRICHTSPRAXIS

D. BECKENBAUER

ARDUWOOD-ILLUMISPHERE45

UNTERRICHTSPRAXIS

M. HUMMEL

SMARTER BLUMENTOPF73

UNTERRICHTSPRAXIS

S. BAIER, L. BAREIS, LARA MAYER & J. PFEIFER

FERTIGUNG EINES NISTKASTENS IN DER GRUNDSCHULE..86

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

ISSN: 2748-2022

Konzepte einer MINT-Didaktik

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

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.

AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG

Die „MINT-Fachkräftelücke“, also der Mangel an Fachkräften in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, bedroht nach beinahe täglich erscheinenden Meldungen der deutschen Medienlandschaft zunehmend den Forschungs- und Wirtschaftsstandort Deutschland. Das aktuelle „MINT-Nachwuchsbarometer 2023“ weist wie in den Jahren zuvor auf diesen Missstand des deutschen Bildungswesens hin (acatech & Joachim Herz Stiftung, 2023); der „MINT-Herbstreport 2023“ des Instituts der Deutschen Wirtschaft weist trotz der derzeitigen Konjunkturschwäche in Deutschland weiterhin eine große MINT-Lücke aus (Anger et al., 2023).

Die „Förderung der MINT-Fächer“ ist daher seit rund 20 Jahren in aller Munde. Das griffige Akronym „MINT“ wurde dabei allerdings weder aus pädagogischen noch aus didaktischen Antrieben geprägt, ebenso wenig wie eine entsprechende fächerübergreifende Vereinigung von Mathematik-, Informatik-, Biologie-, Chemie-, Physik- und Technikunterricht in einem gemeinsamen Fächerverbund einen wissenschafts- oder bildungstheoretischen Hintergrund hat. „Die MINT-Idee ist keine pädagogische Idee“, stellte der Technikdidaktiker Burkhard Sachs fest (Sachs, 2015 S. 5). „Sie ist

nicht die Zusammenfassung eines pädagogischen oder bildungspolitischen Diskussionsprozesses. Daher sucht man in der erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Diskussion eine Auseinandersetzung mit dem MINT-Konzept fast vergebens“ (Sachs, 2015 S. 5). Auch Stefan Kruse und Lars Windelband konstatieren: „Bisher fehlen noch konkrete Überlegungen, wie eine gemeinsame MINT-Didaktik aussehen könnte“ (Kruse & Windelband, 2018, S. 82).

Das „T“ in „MINT“

Ein besonderes Augenmerk dieser Studie lag auf dem „T“ in „MINT“, „denn Technik und Informatik, digitale Anwendungen und Dienstleistungen prägen Alltag und Beruf auch derjenigen, die nicht in einem MINT-Beruf arbeiten“, so das BMBF zur zentralen Rolle der MINT-Bildung (BMBF, 2019 S. 4). Nun sind es aber gerade Technik und Informatik, die im bisherigen Kanon der Unterrichtsfächer wenig oder gar nicht vertreten sind. (VDMA, 2019; Schwarz et al., 2020). Ausgerechnet diese beiden Fächer sind es dann auch, die in der MINT-Diskussion oft übersehen werden. Die Aussage des „MINT-Nachwuchsbarometers“, „dass sich die MINT-Nachwuchssituation in Deutschland in den vergangenen Jahren nicht zum Positiven verändert hat: Schülerinnen und Schü-

ler sind immer weniger interessiert an mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern“ (acatech & Körber-Stiftung, 2020 S. 1), zeigt bedauerlicherweise, „dass man Aussagen zum MINT-Bereich trifft“, obwohl „zwei Domänen [nämlich Informatik und Technik; d. Verf.] ausgeblendet bleiben, bei denen es sich ebenfalls um Bereiche eigenständiger Theorie und Praxis handelt“ (DGTB, 2020 S. 2).

Eine Studie zu den Vorstellungen Jugendlicher von einer „Welt in 20 Jahren“ kam zu dem Ergebnis, dass die Hälfte der Jugendlichen Technik nur in einem negativen Kontext sieht, „Wünsche nach einer beruflichen Karriere als TechnikerIn bzw. WissenschaftlerIn kommen praktisch nicht vor (Unterbruner, 2010 S. 113). „Es ist zu vermuten, dass es dem naturwissenschaftlichen Unterricht nicht gelingt, hier spannende zukünftige Berufsfelder aufzuzeigen“ (Unterbruner, 2010 S. 113 f.) – wie aber soll Berufs- und Studienorientierung hinsichtlich technischer Fächer und Berufe funktionieren, wenn nur auf den naturwissenschaftlichen Unterricht fokussiert wird? „Die überwiegende Mehrheit der jungen Leute kann die Schule abschließen, ohne je mit ausgewiesener Technikbildung in Berührung zu kommen“ (Grötzschel, 2020 S. 11). Wenn technische Inhalte doch vorkommen (wie beispielsweise verschiedene Kraftwerkstypen im Physikunterricht), werden sie (in diesem Fall) unter „Physik“ abgehandelt und können so nicht zu einem positiven Bild von „Technik“ beitragen. Aber erst positive Kontakte mit Denk- und Arbeitsweisen der Technik vermitteln ein Bild von der Bedeutung, den Aufgaben und den Berufen technisch tätiger Menschen, selbst wenn dieses nur bedeuten würde, im naturwissenschaftlichen Unterricht explizit darauf hinzuweisen, wo die Naturwissenschaften enden und die Technik beginnt. Bestandteile allgemeiner Technikbildung finden sich heute bereits unreflektiert in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern, ohne ausdrücklich als „Technik“ benannt zu werden. Wenn jungen Menschen während der Schulzeit klar würde, dass es eben Technik ist, mit der wir unser Leben, unseren Planeten und unsere Zukunft unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen gestalten, würde sich das vermutlich positiv auf die Berufsorientierung junger Menschen, vor allem junger Mädchen auf der Suche nach Sinn stiftenden Kontexten, auswirken.

Das „N“ in „MINT“

Der zweite große Themenblock, der im Rahmen von „MINT“ betrachtet und diskutiert werden muss, ist das „N“ in „MINT“: Das „N“ steht für die Naturwissenschaften beziehungsweise den naturwissenschaftlichen Unterricht und umfasst im Allgemeinen die Fächer Biologie, Chemie und Physik – nicht aber die Geographie. Das ist doppelt erstaunlich: Einerseits verfügt die Geographie durchaus über einen naturwissenschaftlichen Teil, die sogenannte „Physische Geographie“, welche sich mit geologischen Grundlagen wie den Gesteinen und ihren Stoffkreisläufen, der Geomorphologie und Boden-geographie, der Klima- und Hydrogeographie oder der Vegetations- und Zoogeographie und Geoökologie beschäftigt (Hendl et al., 2002). Schon Kerschensteiner hebt bei seinen Betrachtungen über den Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts die Geographie hervor, „die zu ihrem Abschlus-

se zoologischer, botanischer, mineralogischer, chemischer und physikalischer Begriffe bedarf“ (Kerschensteiner, 1959 S. 194).

Andererseits beschäftigt sich die als Anthro- oder Humangeographie bezeichnete „Geographie des Menschen“ mit gesellschaftswissenschaftlichen Themen wie Bevölkerungs-, Sozial- und Siedlungsgeographie, mit Wirtschafts- und Industriegeographie, mit Verkehr, Mobilität und Tourismus, mit Geopolitik und ganz allgemein mit „Mensch-Umwelt-Beziehungen“ (Schenk et al., 2005) – und könnte daher in einem zu konstruierenden MINT-Konzept jenen Brückenschlag zwischen Naturwissenschaften und mehrperspektivischer Technikbildung ermöglichen, den sie offensichtlich innerhalb des Unterrichtsfachs Geographie bereits tagtäglich schafft.

Das „I“ in „MINT“

Seit der Entstehung der Informatik als akademische Disziplin wird ihre disziplinäre Identität und ihr wissenschaftlicher Stand heftig diskutiert – manche halten sie für eine Naturwissenschaft oder doch zumindest für eine experimentelle Wissenschaft, andere für eine Formalwissenschaft wie die Mathematik oder für einen Teil der Technikwissenschaften, während wiederum andere grundsätzlich bezweifeln, dass Informatik überhaupt eine (eigenständige) Wissenschaft sei (Rapaport, 2010; Tedre, 2011).

Klar ist: Das Zeitalter der Digitalisierung verändert unsere Lebenswelten und beruflichen Umfeldern in einem dramatischen Ausmaß und in enormer Geschwindigkeit. Digitale Medien gehören zur selbstverständlichen Ausstattung in praktisch jedem Unternehmen und sind auch aus Privathaushalten kaum mehr wegzudenken. Schule sollte junge Menschen also auf ein Leben in dieser digitalen Welt vorbereiten – und dabei, so ein nachvollziehbares Argument, müsste eine digitale Grundbildung eine wichtige Rolle spielen, wie auch die KMK erkannt hat: „Kompetenzen für ein Leben in der digitalen Welt werden zur zentralen Voraussetzung für soziale Teilhabe, denn sie sind zwingend erforderlich für einen erfolgreichen Bildungs- und Berufsweg“ (KMK, 2016 S. 4). Ein eigenes Unterrichtsfach Informatik wird dabei von der KMK aber nicht empfohlen: Die Vermittlung jener Kompetenzen, „die für eine aktive, selbstbestimmte Teilhabe in einer digitalen Welt erforderlich sind“, „wird nicht über ein eigenes Curriculum für ein eigenes Fach umgesetzt, sondern wird integrativer Teil der Fachcurricula aller Fächer“ (KMK, 2016 S. 12). Bei dieser „informationstechnischen Grundbildung“ handelt es sich bei genauerem Hinsehen aber weniger um „Bildung“ als um „Nutzungskurse“, in denen es „im Wesentlichen um die Anwendung des Computers, seiner verwandten Miniaturausführungen (sog. ‚Smartphones‘) und den darauf installierten Anwendungen“ geht (Rajh, 2016 S. 19) – „von einem aufgeklärten, auch kritisch-reflexiven und wertungsbezogenen Umgang mit den Medien und der Technik ist dabei keine Rede“ (Rajh, 2016 S. 19).

Im Gegensatz zur Empfehlung der KMK fordert die Gesellschaft für Informatik die verpflichtende Einführung eines Unterrichtsfaches Informatik: „Es muss ein eigenständiger Lernbereich eingerichtet werden, in dem die Aneignung der

grundlegenden Konzepte und Kompetenzen für die Orientierung in der digitalen vernetzten Welt ermöglicht wird. Daneben ist es Aufgabe aller Fächer, fachliche Bezüge zur Digitalen Bildung zu integrieren“ (Gl, 2016 S. 1). Hier gleichen sich also die Situationen des Informatik- und des Technikunterrichts in frappierender Weise – die offenkundige Bedeutung des Themas für das Leben in unserer heutigen hochtechnologischen Zivilisation findet bisher keinen entsprechenden Niederschlag in schulischen Curricula. Diese Ähnlichkeit wird noch verstärkt durch die Forderung, digitale Bildung müsse „aus technologischer, gesellschaftlich-kultureller und anwendungsbezogener Perspektive in den Blick genommen werden“ (Gl, 2016 S. 1) – das entsprechende „Dagstuhl-Dreieck“ mit einer „Technologischen Perspektive – Wie funktioniert das?“, einer „Gesellschaftlich-kulturellen Perspektive – Wie wirkt das?“ und einer „Anwendungsbezogenen Perspektive – Wie nutze ich das?“ (Gl, 2016 S. 3) erinnert stark an den mehrperspektivischen Ansatz allgemeiner Technikbildung nach Ropohl mit den entsprechenden naturalen, humanen und sozialen Dimensionen (Ropohl, 2009 S. 32).

Das „M“ in „MINT“

Eine Gemeinsamkeit von Mathematik, Naturwissenschaften und Technik ist die offensichtliche Geringschätzung ihres Wertes für die Allgemeinbildung in weiten Kreisen der Gesellschaft. „Ganz schlimm ist es mit den Politikern“, so der Mathematik-Professor und Bestsellerautor Albrecht Beutel-spacher: „Wenn ein Landrat oder ein Minister eine Mathematiktagung eröffnet, kokettiert er richtig damit, dass er schon in der Schule in Mathematik schlecht war und von unserer Wissenschaft rein gar nichts versteht“ (Beutel-spacher, 2001 S. V f.).

Mathematik ist keine Natur-, sondern eine Geisteswissenschaft. Ihr wird einerseits eine „eigene Realität“ zugeschrieben (Loos et al., 2015 S. 3), ein „in sich geschlossenes deduktives Gedankengebäude von logischer Struktur“ (Vogel, 2018 S. 235), wobei allerdings „die Herkunft und der ontologische Status der Zahl erst einmal im Dunkeln“ bleiben (Kanitscheider, 2013 S. 24); andererseits ist die Mathematik ein nicht wegzudenkendes Werkzeug für den technischen wie den informatischen Fortschritt wie auch „unser gesamtes Verständnis und Theoriengebäude für die Physik auf mathematischen Grundlagen beruht“ (Loos et al., 2015 S. 12)

Als Unterrichtsfach polarisiert Mathematik stark und wird von vielen Schülerinnen und Schülern entweder geliebt oder gehasst. Diese Polarisierung ist wohl auch darauf zurückzuführen, dass mathematische Curricula und Inhalte einen ausgesprochen hierarchischen, kumulativen Aufbau besitzen und es daher beim Entstehen selbst- oder unterrichtsverschuldeter größerer Lücken sehr schwer wird, diese im Laufe der weiteren Schulkarriere wieder zu schließen (Vogel, 2018 S. 235). Umso wichtiger also, auch im Mathematikunterricht das Interesse der Schülerinnen und Schüler hochzuhalten. Damit Mathematikaufgaben im Unterricht „beziehungshaltig und sinnstiftend sind, müssen sie nah genug an der Vorstellungs- und Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler sein“ (Büchter et al., 2015 S. 39) – das könnte in einem MINT-Kontext über Beispielaufgaben zu Umweltthemen oder zur Alltagstechnik geschehen.

FORSCHUNGSFRAGEN

Die vorliegende Studie skizziert, wie ein inter- oder transdisziplinärer didaktischer Ansatz für einen integrierten MINT-Unterricht aussehen kann und müsste. Neben der Berücksichtigung didaktischer Einzelkonzepte der jeweiligen, im Akronym „MINT“ vertretenen Fachdidaktiken soll ein Schwerpunkt eines zu konstruierenden MINT-Konzepts darauf liegen, Technik dabei nicht auf den Aspekt angewandter Naturwissenschaften zu verkürzen, sondern Schülerinnen und Schülern die mehrperspektivische und allgemeintech-nologische Sicht auf Technik im allgemeinbildenden Unterricht zu vermitteln.

Vorrangiges Ziel dieser in MINT integrierten allgemeinen Technikbildung soll dabei nicht die Vermittlung handwerklich-technischer Kompetenzen sein, sondern die Grundlegung einer allgemeinen Technikmündigkeit als „individuelle Fähigkeit [...], spezifische Technologien mit allen ihren gesellschaftlichen Effekten, technikummanenten Risiken und gesellschaftlichen Funktionalitäten auf fundierten Informationen oder subjektiv empfundenem Wissen beurteilen zu können“ (Pfenning, 2014) – eine Definition der Technikmündigkeit, die von Pfenning und Renn (Pfenning & Renn, 2012) in Anlehnung an das Konzept der Risikomündigkeit (Renn, 2014) vorgeschlagen wurde.

Zu beantworten sind also folgende Forschungsfragen:

1. Wie können die Grundlagen der einzelnen Fachdidaktiken und die Vorgaben nationaler Bildungsstandards der KMK bzw. wissenschaftlicher Fachgesellschaften zu einer umfassenden Definition zusammengeführt werden?
2. Welche Elemente der Allgemeinen Didaktik sowie der Mathematik-, Informatik-, Biologie-, Chemie, Physik-, Geographie- und Technikdidaktik (Theorien und Modelle, Bildungsziele, Inhalte, Methoden und Medien etc.) können als tragfähige Bausteine einer potentiellen MINT-Didaktik identifiziert werden? Wie kann eine Synthese dieser Elemente zu Bausteinen einer gemeinsamen MINT-Didaktik aussehen?
3. Wie lassen sich Unterrichtsinhalte des MINT-Unterrichts unter Berücksichtigung der definierten Bildungsziele und der identifizierten Bausteine einer MINT-Didaktik darstellen, so dass Schülerinnen und Schülern die kulturanthropologischen Dimensionen allgemeiner Technikbildung auch im MINT- Unterricht und entsprechenden Fächerverbänden vermittelt werden können?
4. Lässt sich durch den Einsatz dieser fächerübergreifenden Unterrichtskonzepte
 - a. die Motivation und das Interesse von Schülerinnen und Schülern am MINT-Unterricht sowie an technischen Inhalten und Fragestellungen steigern?
 - b. die Einstellung von Schülerinnen und Schülern hinsichtlich der zentralen Bedeutung von Technik für die menschliche Kultur beeinflussen?

Die Geographie und ihre Didaktik wurden bisher kaum in MINT-Konzepte einbezogen – dabei gehören die Geowissenschaften selbstverständlich ebenfalls zum Kreis der Naturwissenschaften – im baden-württembergischen NWT-Curriculum werden Geographie-Lehrkräfte ausdrücklich zu den

NwT-Unterrichtenden gezählt. Der Anteil an Lehrkräften, die über eine naturwissenschaftliche Basisqualifikation allein in Geographie verfügen, liegt unter den NwT-unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrern in Baden-Württemberg bei 17 %, weitere 8 % der NwT-unterrichtenden Lehrkräfte besitzen eine Qualifikation in Geographie und einer weiteren Naturwissenschaft (Mokhonko et al., 2014).

FORSCHUNGSMETHODISCHES VORGEHEN

Für eine ausführliche Beschreibung des Studiendesigns siehe Suhr, 2023.

Analysierte Quellen

Für die Analyse wurden gebräuchliche Lehr- und Arbeitsbücher (je Fach mindestens drei) der jeweiligen Fachdidaktiken für die Sekundarstufe I sowie die jeweiligen fachspezifischen Bildungsstandards für den Mittleren Bildungsabschluss gewählt. Die Lehr- und Arbeitsbücher wurden nach ihrem Verkaufsrang bei einem großen Onlinehändler ausgewählt, da so eine weite Verbreitung der Publikationen in Lehre und Ausbildung und damit in der Praxis angenommen werden konnte.

Qualitative Inhaltsanalyse

Die Qualitative Inhaltsanalyse geht im Allgemeinen von weitgehend unstrukturierten Texten als Ausgangsmaterial aus. Im Gegensatz dazu besteht das hier vorliegende Ausgangsmaterial aus publizierten Fachdidaktiken beziehungsweise intensiv bearbeiteten Bildungsstandards, die bereits im Ausgangszustand eine sorgfältig durchdachte und absichtlich erstellte Struktur besitzen. Diese wurde in einem iterativen Abstimmungsprozess zwischen Autor*in oder mehreren Autoren (bzw. im Fall der Bildungsstandards ganzen Autorenkollektiven), gegebenenfalls dem oder den Herausgeber(n), dem Verlag mit entsprechenden Lektoraten, Redaktionen und Korrekturen und den jeweiligen Setzereien absichtsvoll erstellt.

In diesem Prozess erstellte Strukturelemente sind beispielsweise: Seitenüberschriften und Kolummentitel, Kapitelüberschriften und Zwischenüberschriften, Grafiken und Tabellen mit Legenden und Über- bzw. Unterschriften. In der vorliegenden Studie sollten die wesentlichen Konzepte der untersuchten Fachdidaktiken identifiziert, erfasst, analysiert und verglichen werden. In einem deduktiven Schluss wurde davon ausgegangen, dass alle wichtigen Konzepte durch den oben beschriebenen Prozess zwischen Autor(en), Setzerei und Redaktion mindestens einmal eine Hervorhebung im Layout als Überschrift erfahren haben. Daher wurden aus den verschiedenen untersuchten Fachdidaktiken und Bildungsstandards alle Überschriften (Seitenüberschriften, Kapitelüberschriften, Zwischenüberschriften, bei ganzseitigen Abbildungen auch Abbildungsüberschriften) extrahiert. Die so gewonnenen Items wurden anschließend einer Qualitativen Inhaltsanalyse zugeführt, wobei ihnen induktiv ein pädagogisches, didaktisches, psychologisches oder fachwissenschaftliches Konzept oder auch mehrere solcher Konzepte zugeordnet wurden.

Kategoriensystem

Diese Arbeit will die fachdidaktischen Konzepte der verschiedenen MINT-Disziplinen analysieren, vergleichen und versuchen, diese, wenn möglich, zu einer transdisziplinären MINT-Didaktik zu vereinigen. Dazu stellte sich zunächst die Frage, welche Konzepte, Strukturelemente oder Kategorien einer jeden Fachdidaktik denn gesucht und untersucht werden sollen, also welches Kategoriensystem für die Qualitative Inhaltsanalyse angewandt werden soll.

Zum Aufbau eines geschlossenen Kategoriensystems vor Beginn der Analyse (Gläser et al., 2010 S. 197 f.) müsste ein solches Kategoriensystem a priori existieren oder definiert werden können. Voraussetzung wäre, dass es eine allgemeine Theorie der Fachdidaktik mit einer allgemeingültigen, grundsätzlich vergleichbaren Struktur einer jeden Fachdidaktik inklusive allgemein verbreiteter und vergleichbarer Kategorien gäbe oder der Aufbau einer solchen Kategorienstruktur aus der Allgemeinen Didaktik abgeleitet und auf die betreffenden Fachdidaktiken übertragen werden könnte.

Eine solche Theorie der Fachdidaktik liegt aber bestenfalls in Ansätzen vor: Zwei Bände von GFD-Autoren, „Auf dem Weg zu einer Allgemeinen Fachdidaktik. Allgemeine Fachdidaktik, Band 1“ (Bayrhuber et al., 2017) und „Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich. Allgemeine Fachdidaktik, Band 2 (Rothgangel et al., 2020) näherten sich in den letzten Jahren dem Thema an. Die Autoren stellen eingangs „die Notwendigkeit“ fest, „auch theoretisch genauer zu bestimmen, worin denn der gemeinsame Kern aller Fachdidaktiken ebenso wie deren Unterschiede im Einzelnen liegen“ (Vollmer, 2017 S. 14).

Induktive Konzeptzuordnung

Den extrahierten Strukturelementen („Items“) wurden induktiv ein bis fünf didaktische, pädagogische, psychologische oder fachwissenschaftliche Konzepte zugeordnet und anschließend in einem hermeneutischen Zirkel induktiv und/oder deduktiv verworfen, ergänzt, geändert, angepasst, begrifflich vereinheitlicht oder logisch zusammengefasst, bis die „theoretische Sättigung“ (Strübing, 2014 S. 32 f.) subjektiv erreicht war.

Interrating und Intersubjektivität

Zur Überprüfung der Intersubjektivität der Ergebnisse beurteilten mehrere Interrater, Fachleute aus verschiedenen Fachdidaktiken, jeweils schriftlich zunächst die Objektivität der Extraktion der Items und anschließend die Plausibilität der induktiven Konzeptzuweisung.

Fachdidaktik	isolierte Items	davon Items	
		ohne Konzeptbezug	mit Konzeptbezug
Mathematik	1.118	97	1.021
Informatik	1.476	107	1.369
Biologie	1.463	296	1.167
Chemie	1.945	383	1.562
Physik	2.021	286	1.735
Geographie	1.788	262	1.526
Technik	2.044	323	1.721
Summe	11.855	1.754	10.101

Tabelle 1: Anzahl der extrahierten Items pro Fachdidaktik

ERGEBNISSE

Deduktive Extraktion der Items

Durch die Qualitative Inhaltsanalyse wurden aus allen analysierten Quellen insgesamt 11.855 Strukturfragmente („Items“) isoliert. Auf die Mathematikdidaktik entfielen davon 1.118 Items, auf die Informatikdidaktik 1.476, auf die Biologiedidaktik 1.463, auf die Chemiedidaktik 1.945, auf die Physikdidaktik 2.021, auf die Geographiedidaktik 1.788 und auf die Technikdidaktik 2.044 Items.

Von den extrahierten 11.855 Strukturfragmenten („Items“) konnten 1.754 Items keinem didaktischen, pädagogischen oder fachwissenschaftlichen Konzept zugeord-

net werden (beispielsweise Items wie „Autorenverzeichnis“, „Vorwort“ oder „Stichwortverzeichnis“), erhielten daher den Listeneintrag „ohne Konzeptbezug“ und wurden in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt. Von den verbleibenden 10.101 „konzepthaltigen“ Items stammten 1.021 Items aus der Mathematikdidaktik, 1.369 aus der Informatikdidaktik, 1.167 aus der Biologiedidaktik, 1.562 aus der Chemiedidaktik, 1.735 aus der Physikdidaktik, 1.526 Items aus der Geographiedidaktik und 1.721 Items aus der Technikdidaktik.

Die Visualisierung lässt eine hinreichend gleichmäßige Verteilung der insgesamt 10.101 extrahierten „konzepthaltigen“ Items über die untersuchten Fächer annehmen.

extrahierte "konzepthaltige" Items / Fach

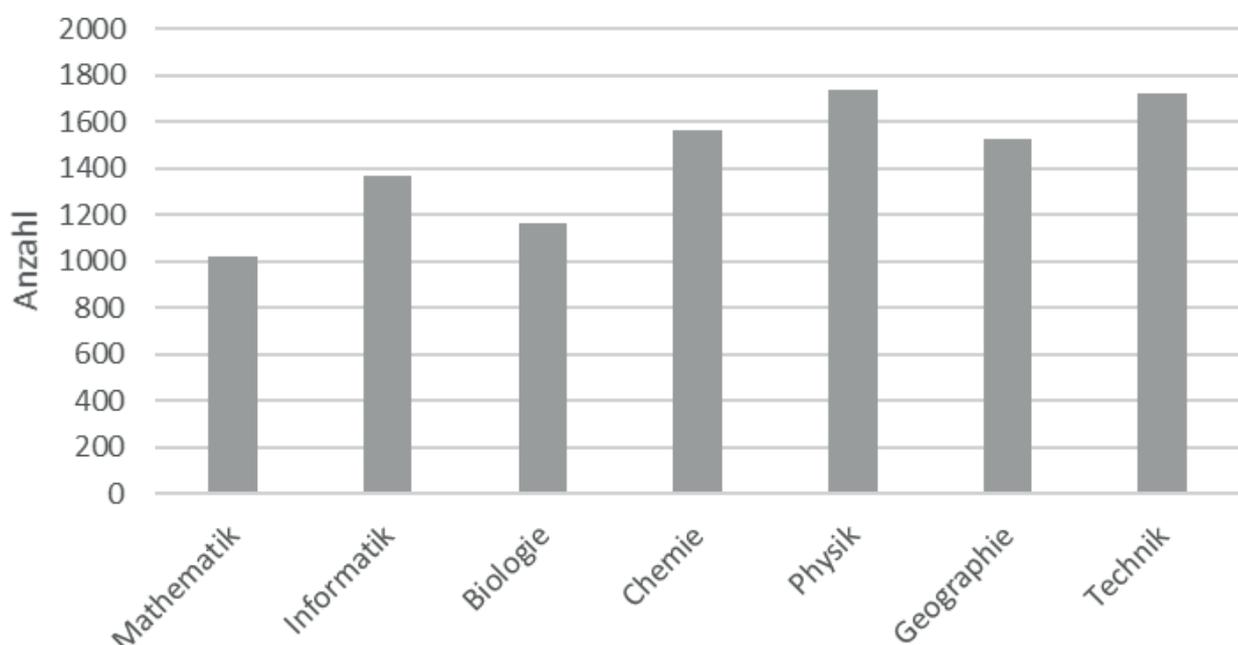


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung extrahierter „konzepthaltiger“ Items aus den untersuchten Quellen und Fachdidaktiken.

Interrating und Intersubjektivität

Die Ergebnisse des Interratings zur Überprüfung der Intersubjektivität zeigten durchgehend eine hohe Zustimmung der verschiedenen Interrater, sowohl was die Extraktion der Items als auch die induktive Konzeptzuordnung zu den extrahierten Items betrifft. Insgesamt wurden 2.409 von 11.855 Items hinsichtlich der Intersubjektivität bewertet, das entspricht 20,3 % aller Items; davon wurden 1.052 Items bezüglich der Nachvollziehbarkeit der deduktiven Extraktion (8,9 % aller Items) und 1.357 Items bezüglich der Nachvollziehbarkeit der induktiven Konzeptzuweisung (11,4 % Prozent aller Items) bewertet.

Die Extraktion der Items nach den vorgegebenen Regeln wurde bei 1.009 von 1.052 beurteilten Items als „gut nachvollziehbar“ bewertet. Das entspricht einer Übereinstimmung von 95,9 %. Die induktive Konzeptzuweisung wurde bei 1.101 von 1.357 beurteilten Items als „gut nachvollziehbar“ bewertet. Das entspricht einer Übereinstimmung von 81,1 %. Addiert man die als „gut nachvollziehbar“ und als „eher nachvollziehbar“ bewerteten Konzeptzuweisungen und damit die beiden zustimmenden Werte der vierteiligen Skala, so ergaben sich 94,7 % Zustimmung zur induktiven Zuordnung von Konzepten.

Analyse der häufigsten Konzepte

Im Folgenden werden einige derjenigen Konzepte diskutiert, die in dieser Analyse der sieben Fachdidaktiken am häufigsten identifiziert wurden.

Konzept	Rang							
	Alle	Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Arbeitsweisen	2	3	2	4	1	5	13	4

Tabelle 2: Rang des Konzepts „Arbeitsweisen“ in den untersuchten Fachdidaktiken

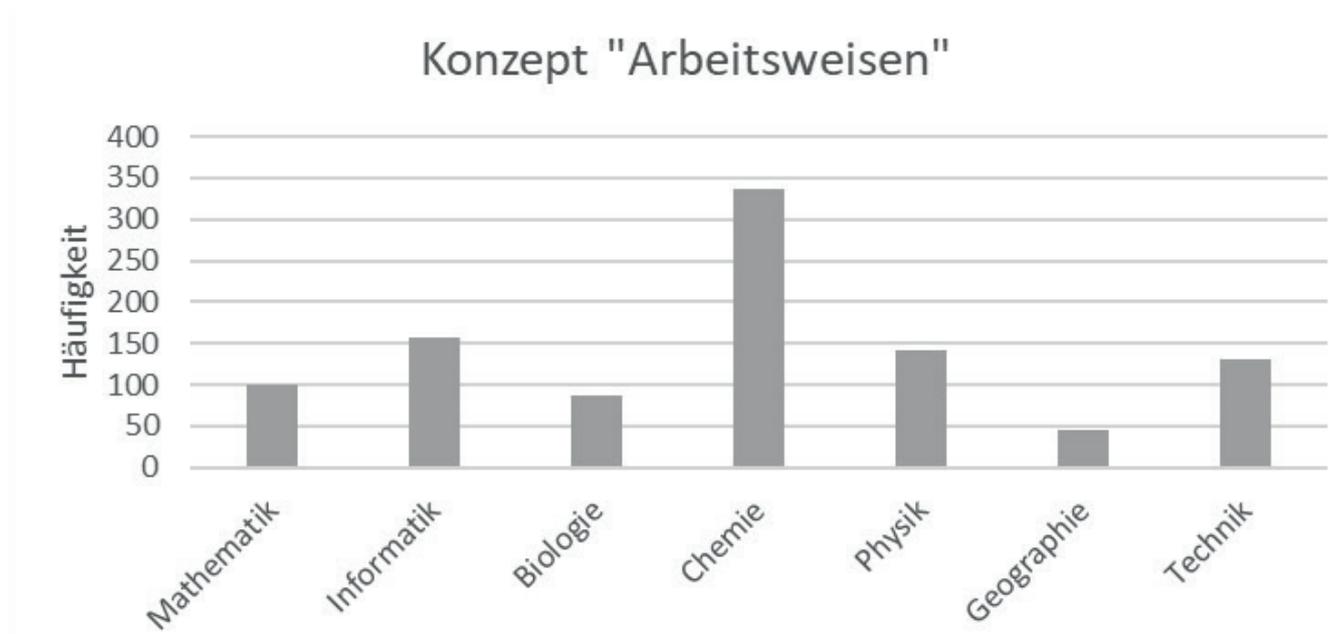


Abbildung 2: Häufigkeit des Konzeptes „Arbeitsweisen“ in den untersuchten Fachdidaktiken.

KONZEPT „ARBEITSWEISEN“

Das häufigste identifizierte Konzept über alle sieben Fachdidaktiken war das Konzept „Aufgabenbeispiele“ – diese spielen nachvollziehbarerweise in allen untersuchten Fachdidaktiken eine wichtige Rolle zur Verdeutlichung von Sachverhalten. Auf Platz zwei in der Gesamthäufigkeit folgt das Konzept „Arbeitsweisen“, es wurde Items wie „Probleme mathematisch lösen“, „Kriterien zum Experimentieren“ oder „Informatisches Modellieren und Konstruieren“ zugeordnet. Das Konzept „Arbeitsweisen“ liegt in der Geographiedidaktik auf dem 13. Rang aller Konzepte, in allen anderen untersuchten Fachdidaktiken auf dem 1. bis 5. Rang.

Das Konzept „Arbeitsweisen“ ist in allen untersuchten Fachdidaktiken häufig zu identifizieren, die Häufigkeit in der Chemiedidaktik sticht hervor. Die einzelnen Didaktiken zeichnen sich durch gemeinsame, aber auch unterschiedliche oder gar solitäre Arbeitsweisen aus. Das Konzept der „Arbeitsweisen“ wurde daher differenziert betrachtet und als mögliches verbindendes Konzept einer MINT-Didaktik diskutiert.

Konzept	Rang							
	Alle	Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Kompetenzorientierung	3	1	3	7	8	7	3	8

Tabelle 3: Rang des Konzepts „Kompetenzorientierung“ in den untersuchten Fachdidaktiken

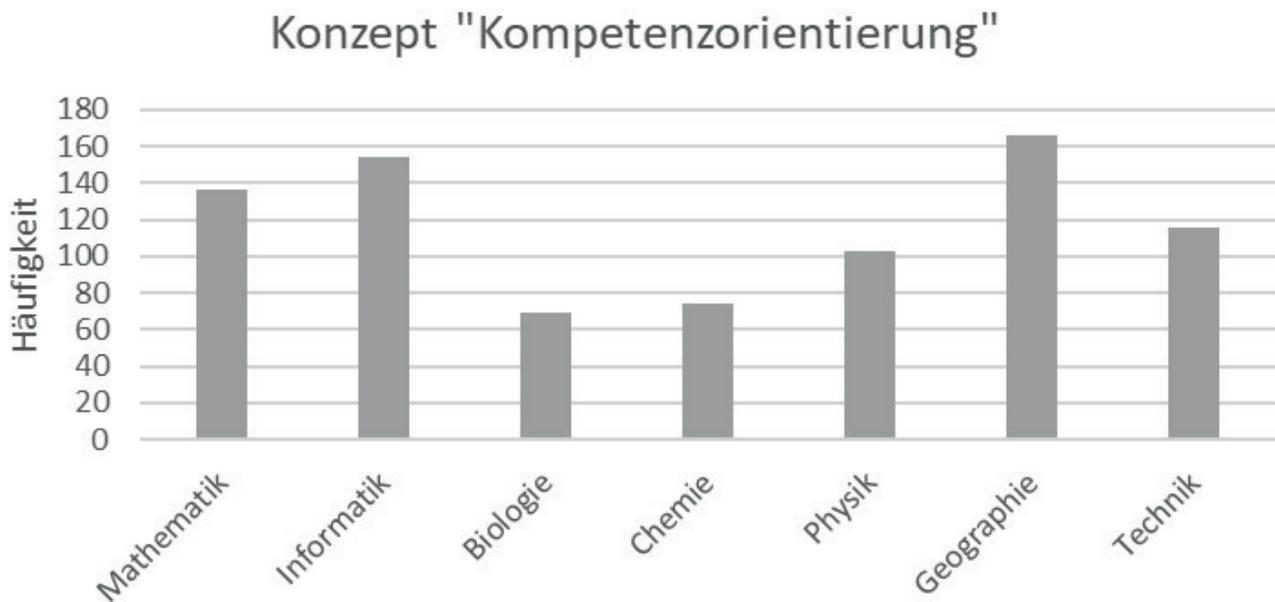


Abbildung 3: Häufigkeit des Konzepts „Kompetenzorientierung“ in den untersuchten Fachdidaktiken.

KONZEPTE „KOMPETENZORIENTIERUNG“, „BILDUNGSSTANDARDS“ UND „KOMPETENZBEREICHE“

Das Konzept „Kompetenzorientierung“ wurde Items wie „Standards für die Kompetenzbereiche des Faches Biologie“ oder „Medienkompetenz in der Geographie“ zugeordnet.

In allen untersuchten Fachdidaktiken hat die „Kompetenzorientierung“ offenbar einen hohen Stellenwert, das Konzept kommt in allen untersuchten Fachdidaktiken häufig vor. Für alle Didaktiken existieren korrespondierende „Bildungsstandards“ (für den Mathematik-, Biologie-, Chemie- und Physikunterricht als Beschlüsse der Kultusministerkonferenz für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2004 2005a, 2005b, KMK, 2005c), für die Fächer Informatik, Geographie und Technik als Ausarbeitungen der entsprechenden Fachgesellschaften (GI, 2008; DGfG, 2014; VDI, 2007) mit der Definition von „Kompetenzbereichen“. Die Konzepte „Bildungsstandards“ (Rang 11 in der Gesamthäufigkeit) und „Kompetenzbereiche“ (Rang 15) sind daher eng mit dem Konzept „Kompetenzorientierung“ verbunden.

Konzept	Rang							
	Alle	Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Mehrperspektivität	3	1	3	7	8	7	3	8

Tabella 4: Rang des Konzepts „Kompetenzorientierung“ in den untersuchten Fachdidaktiken



Abbildung 4: Häufigkeit des Konzepts „Mehrperspektivität“ in den untersuchten Fachdidaktiken.

KONZEPT „MEHRPERSPEKTIVITÄT“

Das Konzept „Mehrperspektivität“ wurde Items wie „Gesellschaftliche Bedeutung der Mathematik“, „Mensch-Maschine-Interaktion“ oder „Ethik im Biologieunterricht“ zugeordnet.

Das Konzept der „Mehrperspektivität“ gilt als zentrales Konzept der Technikdidaktik, zumindest nach dem allgemein akzeptierten „Mehrperspektivischen Ansatz“, eingeführt von Günter Ropohl (Ropohl, 2009 S. 29 ff.). Diese „Mehrperspektivität“ bedeutet, dass Technik(bildung) neben einer ingenieurwissenschaftlichen Perspektive auch weitere „naturale Dimensionen“ mit naturwissenschaftlichen oder ökologischen Perspektiven beinhaltet, 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). Offensichtlich nimmt das Konzept der „Mehrperspektivität“ aber auch in den anderen untersuchten Didaktiken einen hohen Rang ein, in der Biologiedidaktik steht es sogar auf Rang 1. In der Mathematik-, Informatik- und Physikdidaktik fällt das Konzept „Mehrperspektivität“ vom Rang her ein wenig zurück, findet sich aber immer noch unter den jeweils 20 häufigsten Konzepten des Faches. Auch das Konzept der „Mehrperspektivität“ wurde daher als mögliche verbindende Klammer einer MINT-Didaktik differenziert untersucht.

Konzept	Rang							
	Alle	Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Basiskonzepte	35	29	9	24	_*	_*	_*	_*

Tabelle 5: Rang der „Basiskonzepte“ und vergleichbarer Konzepte in den untersuchten Fachdidaktik.

* Auch in der Chemie-, Physik-, Geographie- und Technikdidaktik gibt es das Konzept „Basiskonzepte“ (bzw. in der Technikdidaktik das vergleichbare Konzept „Ordnungskriterien“), es erscheint allerdings nicht unter den jeweils 50 häufigsten Konzepten des Faches.

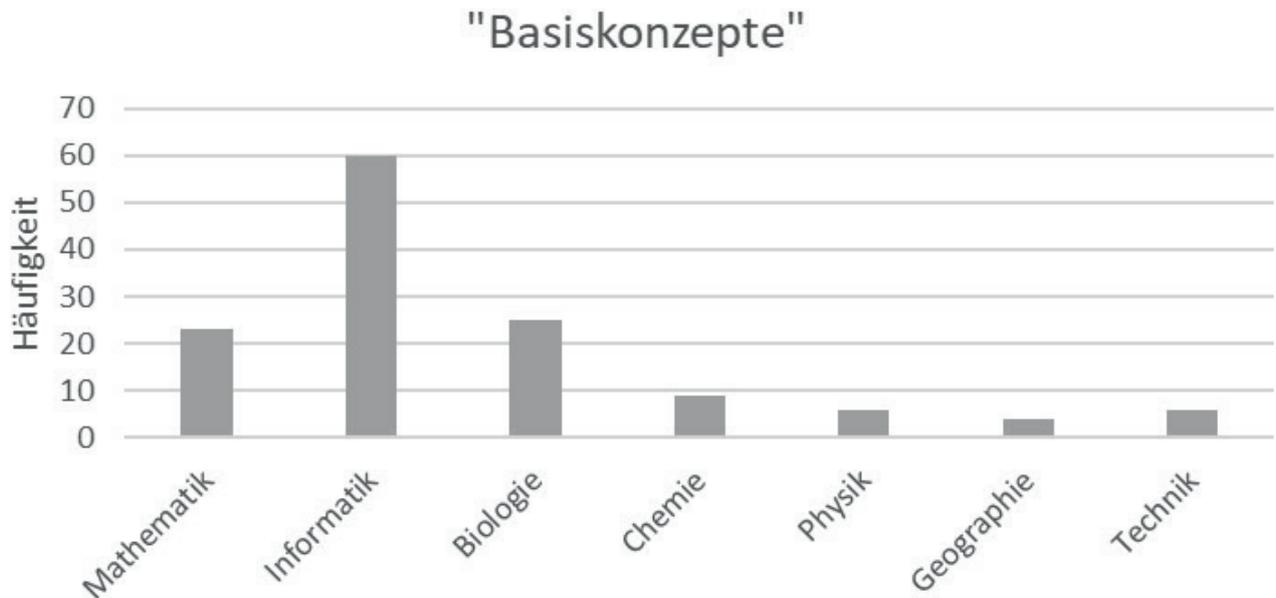


Abbildung 5: Häufigkeit von „Basiskonzepten“ (inklusive „Leitideen“, „Inhaltsbereichen“ und „Ordnungskriterien“) in den untersuchten Fachdidaktiken

„BASISKONZEPTE“

Funktional und strukturell entsprechen die „Leitideen“ der Bildungsstandards Mathematik den „Basiskonzepten“ der Bildungsstandards von Biologie, Chemie, Physik wie auch der Geographie und können diesen daher vergleichend zugeordnet werden. Ebenso vergleichbar sind die „Inhaltsbereiche“ der Bildungsstandards Informatik und die „Ordnungskriterien“ des Kompetenzbereichs „Technik verstehen“ der Bildungsstandards Technik.

Das Konzept „Basiskonzepte“ wurde – unter Berücksichtigung der oben dargestellten Vergleichbarkeit von „Basiskonzepten“, „Leitideen“, „Inhaltsbereichen“ und „Ordnungskriterien“ – extrahierten Items wie „Mathematische Leitideen“, „Information und Daten“ oder „Basiskonzept Struktur und Funktion“ zugeordnet.

„Basiskonzepte“ beziehungsweise vergleichbare Konzepte wurden in allen sieben Didaktiken identifiziert, am häufigsten in der Informatikdidaktik.

Konzept	Rang							
	Alle	Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Problemorientierung	33	-*	29	-*	11	-*	30	32

Tabelle 6: Rang des Konzepts „Problemorientierung“ in den untersuchten Fachdidaktiken.

* Auch in der Mathematik-, Biologie- und Physikdidaktik gibt es das Konzept „Problemorientierung“, es erscheint allerdings nicht unter den jeweils 50 häufigsten Konzepten des Faches.



Abbildung 6: Häufigkeit des Konzepts „Problemorientierung“ in den untersuchten Fachdidaktiken.

KONZEPT „PROBLEMIENTIERUNG“

Das Konzept „Problemorientierung“ wurde Items wie „Probleme sind oftmals nicht Probleme (sondern Aufgaben)“, „Der Versuch als Einstieg („Problemexperiment“)“ oder „Problemstellung, Aufdeckung von Problemen durch die Schüler“ zugeordnet.

Das Konzept „Problemorientierung“ kommt in allen sieben Fachdidaktiken häufig vor, dabei in der Chemiedidaktik offenbar wesentlich häufiger als in den anderen untersuchten Didaktiken. Der Grund für diesen hohen Wert liegt allerdings offenbar in einer methodischen „Layout-Verzerrung“, siehe Absatz „Grenzen und Schwächen“.

Konzept	Rang							
	Alle	Mat	Inf	Bio	Che	Phy	Geo	Tec
Problemlösekompetenz	46	21	21	-*	-*	-*	-*	28

Tabelle 7: Rang des Konzepts „Problemlösekompetenz“ in den untersuchten Fachdidaktiken.

* Auch in der Biologie-, Chemie-, Physik- und Geographiedidaktik gibt es das Konzept „Problemlösekompetenz“; es erscheint allerdings nicht unter den jeweils 50 häufigsten Konzepten des Faches..

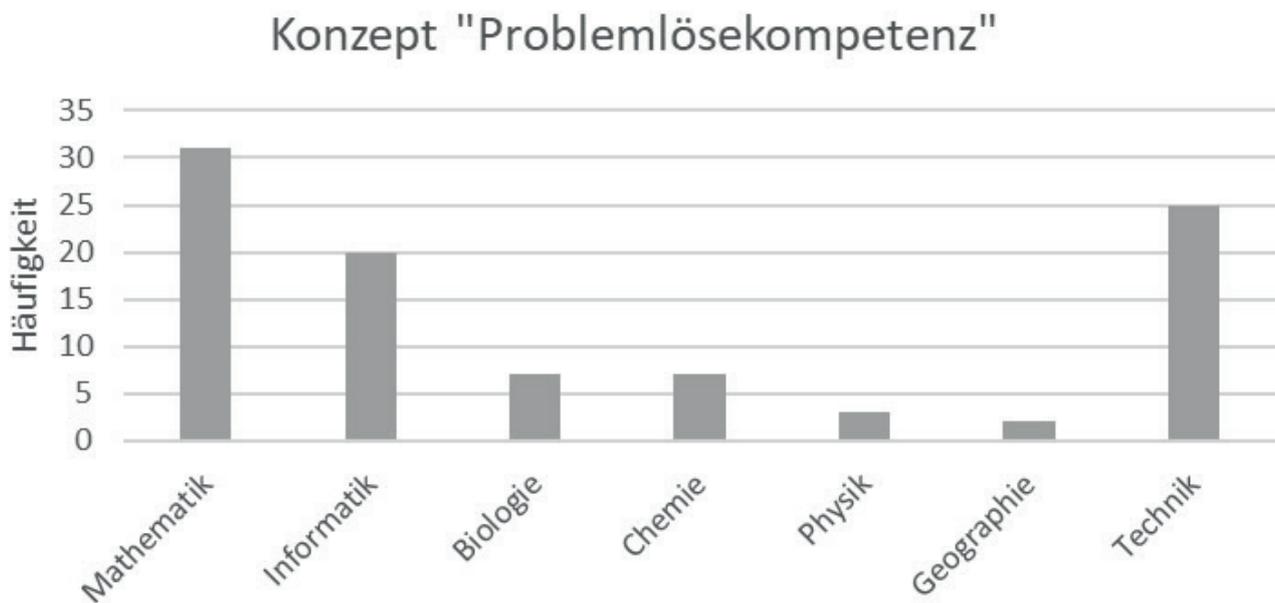


Abbildung 7: Häufigkeit des Konzepts „Problemlösekompetenz“ in den untersuchten Fachdidaktiken.

KONZEPT „PROBLEMLÖSEKOMPETENZ“

Das Konzept „Problemlösekompetenz“ wurde Items wie „Zum Erwerb mathematischer Problemlösekompetenz“, „Schülerinnen und Schüler aller Jahrgangsstufen kooperieren bei der Lösung informatischer Probleme“ oder „Problemorientierung und Problemlösefähigkeit“ zugeordnet.

Das Konzept „Problemlösekompetenz“ wurde in allen untersuchten Didaktiken identifiziert, am häufigsten offenbar in der Mathematik-, Informatik- und Technikdidaktik.

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

In Teil II (folgt in Ausgabe 2/2024 der tedu) sollen verschiedene Ansätze einer Synthese geprüft und diskutiert werden und die eingangs gestellten Forschungsfragen beantwortet werden.

DANKSAGUNG

Der Autor dankt Prof. Dr. Lars Windelband, damals Professor für Technikdidaktik der PH Schwäbisch Gmünd, und Prof. Dr. Martin Lindner, 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.

AUTORENINFORMATION

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

1|2024