



TOBIAS BAHR (Universität Stuttgart)

Interdisziplinärer Informatikunterricht – zwischen Chance und Herausforderung

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

Interdisziplinärer Informatikunterricht – zwischen Chance und Herausforderung

ZUSAMMENFASSUNG: In Europa wird Informatikunterricht disziplinär und interdisziplinär in der Sekundarstufe vermittelt. Seit 2018 gibt es das Profulfach Informatik, Mathematik, Physik (IMP) an Gymnasien in Baden-Württemberg. Bisher gibt es keine Evidenz zur Umsetzung des interdisziplinären Profulfaches. In einer Interviewstudie (N = 21) wurden IMP-Lehrpersonen zu ihrer Motivation, Qualifikation, Fachvernetzung und Umsetzung befragt. Die explorativen Ergebnisse zeigen, dass die unterrichtliche Umsetzung von fachgetrenntem Unterricht ohne interdisziplinäre Abstimmung bis hin zu einer fächerverbindenden und fächerüberschreitenden Umsetzung reicht. Interdisziplinäre Umsetzung wird als Chance gesehen. Mangelnde Abstimmung zwischen den Lehrpersonen führt zur Disziplinarität. Geschlechterungleichheit, Mängel in der Ausstattung und der volle Stundenverteilungsplan sind Herausforderungen. Die Ergebnisse deuten begrenzten Erfolg der interdisziplinären Umsetzung an.

Schlüsselwörter: Informatik Unterricht, interdisziplinärer Unterricht, Sekundarstufe, Qualitative Inhaltsanalyse

Interdisciplinary Computer Science courses – between opportunities and challenges!

ABSTRACT: In Europe, disciplinary as well as interdisciplinary approaches of Computer Science subjects are applied on the secondary level. To enhance the Computer Science competences of secondary students the interdisciplinary profile subject called “Informatics, Mathematics, Physics (IMP)” was introduced in secondary schools in Baden-Württemberg, Germany. To date, there is no evidence to support the implementation of the interdisciplinary profile subject. An expert survey was conducted via interviews with N = 21 IMP teachers. The teachers were asked about their motivation, profession orientated qualification profile, their integrated approach in the classroom as well as the opportunities and challenges of the interdisciplinary subject. The explorative results show that the subject IMP is taught from a subject isolated approach to an integrated interdisciplinary approach. Interdisciplinary implementation is seen as an opportunity. Lack of coordination among teachers leads to disciplinarity. Gender inequity, equipment deficiencies, and full schedule are challenges. Results indicate limited success of interdisciplinary implementation.

Keywords: K-12 computer science education; Interdisciplinary instruction; Qualitative content analysis

1 Einleitung

Neben traditionellen mathematisch, natur- und technikwissenschaftlichen Unterrichtsfächern wie Biologie, Physik, Mathematik und Technik sind in den letzten Jahren in verschiedenen Schulformen neue MINT-Unterrichtsfächer mit interdisziplinärer Ausrichtung entstanden (Brändle, 2023a; Busch, 2016; Jannack, 2017; Mokhonko, Stefanica & Nickolaus, 2014). Interdisziplinäre Fächer sind an den Hochschulen mit dem Begriff Technoscience seit längerer Zeit etabliert (Graube, 2014; Nordmann, 2010; Rossmann & Tropea, 2005; Tala, 2009). Beispiele sind unter anderem Materialwissenschaften, Bionik und Bioinformatik (Kastenhofer, 2020; Pühler, Müller-Röber & Weitze, 2011; Rossmann & Tropea, 2005). Diese und weitere Fächer implizieren eine Interdisziplinarität in der Forschung und Lehre (Graube, 2014; Zinn, 2014). Das hat Folgen für die schulische Bildung (ebd.). In anderen Ländern wie beispielsweise Amerika ist ein interdisziplinärer MINT-Unterricht in verschiedenen Ausprägung bereits seit längerem etabliert (Brändle, 2023a; Hasni et al., 2016; Tal, Dori & Keiny, 2001). In Deutschland findet in der Sekundarstufe 1 an verschiedenen Schularten interdisziplinärer Unterricht ebenfalls seit mehreren Jahren statt (Bahr & Zinn, 2023; Brändle, 2023a; Busch, 2016). In Bundesländern wie Baden-Württemberg (mit dem Fach Naturwissenschaft und Technik) und Hamburg (mit dem Fach Naturwissenschaft/Technik) auch auf gymnasialer Ebene (Busch, 2016; Schwarz, Hellmig & Friedrich, 2022).

Der Mehrwert interdisziplinärer Fächer wird dabei von den zusätzlichen Kompetenzen, die Schüler:innen erwerben können, abgeleitet (SWK, 2022). Neben den für die informatische Grundbildung der Schüler:innen wichtigen disziplinären Fachinhalten, sollen die Schüler:innen über diese hinaus Future Work Skills und 21st Century Skills erwerben (ebd.). Somit kann und sollte interdisziplinärer MINT-Unterricht die disziplinären Fachinhalte nicht ersetzen, sondern ergänzen.

Potentiale werden auch von anderen Institutionen gesehen. So werden bei groß angelegten Leistungsstudien „Wissen zu extrapolieren [und] fächerübergreifend zu denken“ (OECD, 2019) als zentrale Kompetenzen für Schüler:innen gesehen und es wird hervorgehoben, dass fächerübergreifende Lerngelegenheiten, die naturwissenschaftliches Wissen horizontal und vertikal miteinander vernetzen, geschaffen werden sollten (Schwippert et al., 2020). Hinzu kommt, dass davon ausgegangen wird, dass interdisziplinäre Fächer die Möglichkeit eröffnen, naturwissenschaftlichen Unterricht durch andere Kontexte (Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Energie, etc.) geschlechtersensitiver zu gestalten (Bahr & Zinn, 2023; Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Gysin & Brovelli, 2022; Labudde, 2003, 2014).

Trotz der vielfältigen Anwendungskontexte interdisziplinärer Fächer existieren mehrheitlich disziplinäre Umsetzungen von Informatik nach den Analysen der verschiedenen Bildungspläne von Bocconi et al. (2022) und Vegas et al. (2021). Um Schüler:innen in der Sek. I einen Informatikunterricht zu bieten, wurde im Jahr 2018 in Baden-Württemberg an allgemeinbildenden Gymnasien das Profulfach Informatik, Mathematik, Physik (IMP) eingeführt (Bahr & Zinn, 2023). IMP wird in der Mittelstufe von Klasse 8 bis Klasse 10 als vierstündiges Wahlpflichtfach unterrichtet. In diesem Fach sollen von Schüler:innen zum einen disziplinäre Kompetenzen in der Informatik erworben werden und zum anderen um ergänzende Kompetenzen aus der Mathematik und Physik, die mit der Informatik verknüpft sind, erweitert werden (MKJS 2018d). Wie neue Bildungspläne von Lehrpersonen im Klassenraum umgesetzt werden, kann stark variieren (Mokhonko, Stefanica & Nickolaus, 2014). Daher stellen sich mit dem neuen Profulfach verschiedene Fragen an die Umsetzung: Wer unterrichtet das interdisziplinäre Fach und wie findet die Professionalisierung für das Profulfach mit drei Disziplinen statt? Wie wird die Interdisziplinarität im Unterricht gegenüber einer Disziplinarität der unterrichtenden Lehrpersonen umgesetzt? Wo ist die Umsetzung in den Definitionen nach Labudde (2014) von fachüberschreitenden bis hin zu fächerkoordinierenden

Umsetzungen einzuordnen und welche Chancen und Herausforderungen werden in der Praxis von den unterrichtenden Lehrpersonen gesehen? Vor diesem Hintergrund wurde eine explorative leitfadengestützte qualitative Interviewstudie zur Exploration der oben angesprochenen Fragen mit unterrichtenden IMP-Lehrpersonen durchgeführt.

Der vorliegende Beitrag geht auf den theoretischen Hintergrund, das Angebots-Nutzungs-Modell nach Seidel (Seidel, 2014), den Forschungsstand zu (inter)disziplinärem Informatikunterricht und den Bildungsplan des Profulfachs IMP ein (Kap. 2). Auf Grundlage der Forschungsfragen (Kap. 3) werden nach der Darstellung der Methodik (Kap. 4) die Ergebnisse (Kap. 5) präsentiert. Abschließend werden die Ergebnisse im sechsten Kapitel zusammengefasst, die Limitationen genannt und in der Diskussion die Ergebnisse dem Forschungsstand gegenübergestellt und diskutiert.

2. Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung

Zum theoretischen Hintergrund erscheint bedeutsam, welche Faktoren, z. B. der Bildungskontext, die Lehrpersonen und die unterrichtliche Umsetzung, Einfluss auf die Ergebnisse der Lernenden nehmen. Hierzu wird das Angebots-Nutzungs-Modell nach Seidel (Seidel, 2014) betrachtet, dessen Annahmen nachfolgend erläutert werden. Der Motivationsbegriff wird definiert. Ferner werden die internationalen Referenzrahmen für Informatik in der Schule beschrieben. Daraufhin werden nach der Sichtung des Bildungsplans dessen Inhalte beschrieben. Diese bilden im Bildungskontext den Rahmen dieser Untersuchung.

2.1 Theorie: Einfluss des Bildungssystems und der Lehrpersonen

Prozesse im Klassenraum sind komplex und multikriterial (Doyle, 1986; Seidel, 2014). Es lässt sich nicht die eine holistische psychologische Theorie als Erklärungsansatz finden (Seidel, 2014; Shulman, 1986). Daher werden verschiedene Modelle zur Beschreibung von Prozessen im Unterricht und deren Einfluss auf die Lernendenergebnisse entwickelt (Seidel, 2014). Demnach kann der Kontext des Bildungssystems Einfluss auf den Kontext der Schule, des Kollegiums und des Faches und damit indirekt auf die Lehrpersonenkompetenzen (Allgemeine Charakteristika, Motivation, Professionelle Kompetenzen) nehmen. Der Kontext der Klasse und die Lehrpersonenkompetenz beeinflussen wiederum die Lehrprozesse im Unterricht (ebd.). Die Angebotsebene im Angebots-Nutzungsmodell nach Seidel fasst diese Wechselwirkungen zusammen. Es geht davon aus, dass die kontextuelle Einbettung des Bildungssystems und die Lehrpersonen durch die Lehrprozesse ein Angebot für die Schüler:innen schaffen. Zusammengefasst sind Lehrpersonen mit ihrer professionellen Handlungskompetenz und ihr unterrichtliches Handeln ein bedeutender Einflussfaktor auf die Lernendenergebnisse (Hattie, 2023; Kleickmann et al., 2013; Baumert und Kunter, 2006). Mit diesem skizzierten Hintergrund legt der vorliegende Beitrag einen Fokus auf die Angebotsebene des Angebots-Nutzungs-Modells und betrachtet vorrangig den Kontext des Bildungssystems, der Schule, der Klasse, des Faches, die disziplinäre Qualifikation und die Motivation der Lehrpersonen sowie die unterrichtliche Umsetzung (Seidel, 2014).

2.2 Motivation

Motivation beschreibt den Antrieb, die Absicht und den Grund gerichteten menschlichen Handelns (Daumiller, 2019). Der theoretische Hintergrund geht auf die Selbstbestimmungstheorie von Deci

und Ryan (1993) zurück. Ausgehend davon kann Motivation von geringer bis hoher Selbstbestimmung kategorisiert werden (Daumiller, 2019). Nach dem Modell von Baumert und Kunter (2006) beschreiben verschiedene Aspekte, unter anderem die motivationale Orientierung, die professionelle Kompetenz von Lehrpersonen. Die Motivation einer Lehrperson, ein Fach zu unterrichten, kann durch extrinsische Motivation (geringe Selbstbestimmung) und intrinsische Motivation (hohe Selbstbestimmung) beschrieben werden (Deci und Ryan, 1993; Baumert und Kunter, 2006; Daumiller, 2019; Brändle, 2023a). Extrinsische Motivation beschreibt eine Art der Motivation, die durch äußere Anreize (u. a. konkrete Belohnung, externes Selbstverständnis als soziale Rolle) ausgelöst wird (Deci und Ryan, 1993). Innere Motivation, die von innen heraus entsteht, bezeichnet man als intrinsische Motivation (z. B. handeln aufgrund subjektiv beigemessenen Werten) (ebd.). Zur Felderschließung und Generierung eines systematischen Beschreibungswissens zu den Rahmenbedingungen und der Umsetzung des Leistungsfaches NwT wurden Lehrpersonen von Brändle (2023a) zu ihrer Motivation, das Fach zu unterrichten, befragt. Die Lehrpersonen nannten überwiegend intrinsische Gründe (ebd.). Es wird unterstellt, dass gerade bei neu eingeführten Fächern die Motivation in Kombination mit den Qualifikationsprofilen der Lehrpersonen von Bedeutung sein können (ebd.). Daher wird im Rahmen dieser Studie die Motivation der IMP-Lehrpersonen, das neue Profulfach IMP zu unterrichten, erfasst.

2.3 Informatik als eigenständiges Unterrichtsfach

Zur Legitimierung der Bildungsinhalte der Informatik einerseits, sowie als Argumentationsgrundlage für Diskussionen und als Orientierungspunkt für curriculare Entwicklungen andererseits, wurden verschiedene Referenzrahmen von Fachdidaktiker:innen und Bildungsforschenden in Form von Berichten publiziert. Im OECD-Bericht „Computers and the Future of Skill Demand“ heben Elliott et al. hervor, dass Literacy, Numeracy und Problemlösen mit dem Computer die am meisten genutzten Fähigkeiten von Arbeitskräften sind (Elliott, 2017). Elliot et al. (2017) heben die Bedeutung des Bildungswesens hervor, damit Schüler:innen für die Zukunft wichtige Kompetenzen erwerben. Anknüpfend an diese Analyse stellt sich die Frage, welche Fähigkeiten Schüler:innen erwerben können bzw. welche Inhaltsbereiche im Informatikunterricht in den Schulen behandelt werden sollten. Für den europäischen Raum existiert der Informatik Referenzrahmen für Schulen von Caspersen et al. (2022). Nach Caspersen et al. sollte Informatik als eigenständiges Fach neben Mathematik und den Sprachen stehen (ebd.). Die Kernthemen sind ähnlich zu den Kernkonzepten des amerikanischen K12 Informatik Referenzrahmens von Alano et al. (2016): Computer Systeme, Netzwerke und das Internet, Daten und Analysen, Algorithmen und Programmieren sowie Einfluss von Computing. Auf nationaler Ebene wurden von der Gesellschaft für Informatik (GI) die inhaltsbezogenen Standards für die Sekundarstufen formuliert (Brinda et al., 2008). Hier bilden:

- Informationen und Daten
- Algorithmen
- Sprachen und Automaten
- Informatiksysteme
- Informatik, Mensch und Gesellschaft

die fünf Säulen der Inhaltsbereiche. Anzumerken ist, dass sich die Inhaltsbereiche der Expert:innen quantitativ und qualitativ aufgrund unterschiedlicher Veröffentlichungszeitpunkte und normativen Vorstellungen unterscheiden. Zusammengefasst finden sich jedoch in allen Referenzrahmen ähnliche Inhalts- oder Prozessbereiche wieder. Die Eigenständigkeit und der allgemeinbildende

Mehrwert des Fachs Informatik wurde bereits von mehreren Expert:innen hervorgehoben (Caspersen et al., 2022; SWK, 2022; Brinda et al., 2008). Da mit dem Profulfach IMP die Informatik, als auch interdisziplinäre Inhalte der Mathematik und Physik vernetzt mit der Informatik Einzug in den Bildungsplan bekommen haben wird nachfolgend auf den Stand der Forschung zu interdisziplinären Ansätzen und Anknüpfungspunkten der Informatik mit anderen Fächern und anschließend auf den Bildungsplan des Profulfachs eingegangen.

2.4 Informatik als Teil interdisziplinärer Unterrichtskonzepte

Neben den Kernthemen der Informatik werden im Informatik Referenzrahmen für Schulen Anknüpfungspunkte zwischen der Informatik, der Mathematik und der Physik im Bereich Mensch-Computer Interaktion und insbesondere im Bereich Computergrafik genannt (Caspersen et al., 2022). Im K12 Informatik Referenzrahmen werden in Abbildung 5.2 (Alano et al., 2016, S. 72) die Schnittmengen zwischen der Informatik, der Mathematik und den Naturwissenschaften/Ingenieurwissenschaften beschrieben. Zwischen der Mathematik und der Informatik werden hier die Bereiche: Kommunikation, der Einsatz von kollaborativen Tools und das Abstrahieren genannt (ebd.). Kommunikation und das Erstellen von Artefakten werden als gemeinsame Bereiche zwischen der Informatik und den Naturwissenschaften/Ingenieurwissenschaften identifiziert (ebd.). Schnittmengen zwischen allen drei Bereichen sind: die Modellierung, das Definieren von Problemen, Computational Thinking und rationales Kommunizieren/Argumentieren bzw. Begründen (ebd.). In den nationalen Bildungsstandards ordnet nachfolgendes Zitat den interdisziplinären Charakter des Fachs Informatik treffend ein:

„Informatik ist per se fachübergreifend und fächerverbindend, deshalb ist Interdisziplinarität ein Grundsatz der Unterrichtsgestaltung. Das bedeutet, dass informatische Kompetenzen im Grunde nur in einem Unterricht erworben werden können, der von vorn herein interdisziplinär angelegt ist – und das ist der Unterricht im Fach Informatik.“ (Brinda et al. 2008, S. 10).

Anknüpfend an die Definition von Labudde (2014) werden in diesem Artikel interdisziplinäre Fächer als Unterrichtsfächer, die in Teilen Vernetzungen zwischen anderen Fächern (oder Wissenschaftsdisziplinen) integrieren, verstanden. Auf Inhaltsebene wird nach Labudde (2014) zwischen fächerüberschreitendem (Inhalte eines Fachs werden mit einem anderen Fach vernetzt), fächerverbindendem (in zwei oder mehr Fächern wird das gleiche Thema zur gleichen Zeit erarbeitet) sowie fächerkoordinierendem Unterricht (Inhalte werden problemorientiert von mehreren Fächern ausgehend betrachtet) unterschieden.

Die Umsetzung von Informatikunterricht findet international nach den Analysen von Vegas et al. (2021) und Bocconi et al. (2022) überwiegend disziplinär statt. Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben., wenngleich einzelne interdisziplinäre Themen wie Robotik integriert wurden (ebd.). Beispielsweise werden im Fach „Technology, Programming and Robotics“ in Spanien die Themenbereiche Programmieren, Mechanik, Sensoren und Aktoren sowie Algebra am Anwendungsbeispiel eines Roboters miteinander vernetzt. Interdisziplinäre Ansätze und deren Umsetzung sind in verschiedenen Fallstudien beschrieben (Goldberg et al., 2012). Beispielsweise wird Mathematik mit Scratch in der Grundschule unterrichtet (ebd.). Weiterhin wird Computational Thinking (CT) mit diversen Fachbezeichnungen, davon hauptsächlich Informatik, integriert. Interdisziplinäre Kurse zu CT werden in Teilen durch Projekte angeboten (Hug et al., 2018). In Neuseeland wird ab der Grundschule das Fach „CT for Digital Technologies“ interdisziplinär unterrichtet (Yadav et al., 2022). Unter anderem werden die Themen Energieversorgung, Technikfolgenabschätzung und Roboter behandelt.

In Deutschland liegen verschiedene Bildungspläne mit unterschiedlichen Fachbezeichnungen mit teils ähnlichen Inhaltsbereichen zu interdisziplinären Fächern im MINT-Bereich vor (Busch, 2016; Labudde, 2014; Schwarz et al., 2022). Über die Bildungs- und Stoffverteilungspläne hinaus ist der Forschungsstand zur Umsetzung von interdisziplinären Fächern im MINT-Bereich an Gymnasien bislang dünn (Brändle, 2023b). In einer Studie zur Einführung des Profulfach Naturwissenschaft und Technik (NwT) wird berichtet, dass vor allem neue (technische) Inhaltsbereiche unterschiedlich intensiv behandelt wurden und sich daher ein Zusammenhang der Behandlungsintensität der Inhaltsbereiche mit dem Qualifikationsprofil der unterrichtenden Lehrpersonen vermuten lässt (Mokhonko et al., 2014). Brändle berichtet in der Lehrpersonenbefragung für das Leistungsfach NwT, wie bedeutend die Ausstattung an den Schulen für praktische Projekte ist (Brändle, 2023a). Herausforderungen bei der Einrichtung und Umsetzung von interdisziplinären Fächern werden in organisatorischen Problemen, unter anderem mit dem hohen Vorbereitungsaufwand der Fächer (Stübig et al., 2006), der Kommunikation der Lehrpersonen untereinander (Bastian et al., 2000; Häsing, 2009) und curricularen Schwierigkeiten gesehen (Stübig et al., 2006). Trotz dieser organisatorischen Herausforderungen zeigen Studienergebnisse, dass Lehrpersonen gegenüber fächerübergreifenden Ansätzen nicht abgeneigt sind (ebd.). In ihrem Literature Review fassen McLure et al. (2022) zusammen, dass ein großes Forschungsdesiderat darin besteht zu untersuchen, wie interdisziplinäre MINT-Fächer oder Projekte umgesetzt werden.

2.5 Bildungsplan des Profulfachs IMP

Das Profulfach IMP wird in der Mittelstufe von Klasse 8 bis 10 zusätzlich zum klassischen Mathematik- und Physikunterricht angeboten. Mathematik ist für alle Schüler:innen mit 4 Wochenstunden und Physik mit 2 Wochenstunden verpflichtend. Schüler:innen in Baden-Württemberg müssen zwischen einer dritten Fremdsprache, dem interdisziplinären Fach NwT oder IMP wählen. Alle Profulfächer werden mit vier Unterrichtsstunden pro Woche unterrichtet. In Klasse 7 ist der Informatikteil 2-stündig, in Klasse 9 der Physikteil und in Klasse 10 der Mathematikteil.

Um die Möglichkeiten der Vernetzung der drei beteiligten Fächer einzuordnen, wird nachfolgend auf die prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen des Bildungsplans IMP (MKJS, 2018d) eingegangen. Eine kurze Übersicht ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tab 2. Übersicht der prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen des Profulfachs IMP (MKJS 2018d)

Fachanteil	Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen
Informatik	Strukturieren und Vernetzen Modellieren und Implementieren Kommunizieren und Kooperieren Analysieren und Bewerten	Daten und Codierung Algorithmen Rechner und Netze Informationsgesellschaft und Datensicherheit
Mathematik	Argumentieren und Beweisen Modellieren Kommunizieren Mit formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen Probleme lösen	Mathematische Grundlagen der Kryptologie Aussagenlogik und Graphen Geometrie Funktionen im Sachkontext
Physik	Erkenntnisgewinnung Kommunikation Bewertung	Optik und Bilderfassung Erde und Weltall Elektrodynamik und Informationsverarbeitung Computergestützte Physik Numerische Verfahren in der Mechanik

In Anlehnung an die Prozessbereiche der Bildungsstandards Informatik des Arbeitskreises Bildungsstandards der Gesellschaft der Informatik (Brinda et al., 2008) sind die prozessbezogenen Kompetenzbereiche des Informatik-Teils im IMP Bildungsplan in die vier Bereiche *Strukturieren und Vernetzen*, *Modellieren und Implementieren*, *Kommunizieren und Kooperieren* sowie *Analysieren und Bewerten* aufgeteilt. Für die prozessbezogenen Kompetenzen im Mathematik-Teil wurden die prozessbezogenen Kompetenzen des regulären Faches Mathematik, *Argumentieren und Beweisen*, *Modellieren*, *Kommunizieren*, *mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen* und *Probleme lösen*, übernommen (MKJS, 2018b). Die prozessbezogenen Kompetenzen des Physik-Teils lassen sich unterteilen in *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* (MKJS, 2018c). Der nach den Inhaltsbereichen gewählte Schwerpunkt der prozessbezogenen Kompetenzen des Physik-Teils in IMP liegt in den Bereichen *digitale Messwerterfassung und -verarbeitung*, *Simulation*, *Modellierung* und *Mathematisierung* (MKJS, 2018d).

Analog zu den prozessbezogenen Kompetenzbereichen bauen inhaltsbezogene Kompetenzbereiche des Informatik-Teils von IMP auf den Aufbaukurs Informatik in Klasse 7 auf und werden bis in die Oberstufe spiralcurricular vertieft (MKJS, 2018a). Die Inhaltsbereiche sind *Daten und Codierung* (z. B. effiziente Speicherung von großen Datenmengen), *Algorithmen* (z. B. algorithmische Grundbausteine und eigene Softwareprojekte), *Rechner und Netze* (z. B. Logikgatter, Grundlagen der Datenübertragung), sowie *Informationsgesellschaft und Datensicherheit* (z. B. Verschlüsselungsverfahren) (MKJS, 2018d).

Die inhaltsbezogenen Kompetenzen des Mathematik-Teils in IMP gliedern sich in nachfolgende Bereiche: *Mathematische Grundlagen der Kryptologie* (z. B. Erweiterter Euklidischer Algorithmus und das RSA-Verfahren), *Aussagenlogik und Graphen* (z. B. Wahrheitstabellen und logische Verknüpfungen), *Geometrie* (z. B. Begründung geometrischer Zusammenhänge) und *Funktionen im Sachkontext* (z. B. analytische, grafische und tabellarische Modellierung) (ebd.).

Im Teilbereich Physik werden nachfolgende grundlegende Kompetenzbereiche in den drei Jahrgangsstufen vertieft und erweitert: *Optik und Bilderfassung* (z. B. physikalische Experimente zur Linsengleichung), *Erde und Weltall* (z. B. astronomischer Beobachtungen und Messungen, Simu-

lation zur globalen Erwärmung), *Elektrodynamik und Informationsverarbeitung* (z. B. physikalische Grundlagen informatischer Systeme) und *Computergestützte Physik und numerische Verfahren der Mechanik* (z. B. Modellierung von Bewegungsabläufen aus den Bereichen Sport, Freizeit und Raumfahrt) (ebd.).

Nachdem die prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Themenbereiche des Bildungsplans erläutert wurden, werden nach der Dokumentensichtung Vernetzungsmöglichkeiten in einigen Themenbereichen genannt.

Fächerkoordinierend: Im Themenbereich computergestützte Physik sollen „[...] Mathematik- und Informatik-Kenntnisse zur Lösung physikalischer Problemstellungen“ (ebd.) verwendet werden. Der Themenbereich Algorithmen ist mit den anderen beiden Fachanteilen vernetzt. Zum einen beim Modellieren physikalischer Prozess (z. B. radioaktiver Zerfall) und weiterhin beim Implementieren iterativer Methoden und Beurteilen der berechneten Ergebnisse anhand des Datensatzes (ebd.).

Fachüberschreitend: Innerhalb des IMP-Bildungsplans werden die Facetten des Themenbereichs Daten und Codierung mit der Aussagenlogik und den mathematischen Grundlagen der Kryptologie vernetzt. Die Facetten von Algorithmen enthalten Vernetzungen zur Aussagenlogik, dem euklidischen Algorithmus, Graphen und logischen Schaltungen. Im Bereich Rechner und Netze sind Vernetzungen zur Aussagenlogik und Graphen, sowie zu den elektrotechnischen Grundlagen und deren Anwendung genannt. Die Facetten im Bereich Datensicherheit sind mit den mathematischen Grundlagen der Kryptologie vernetzt.

Fachisoliert: Als dritte Möglichkeit gibt es Themenbereiche, die im Bildungsplan für sich stehen bzw. nicht explizit eine Vernetzung mit den anderen beiden Fächern genannt wird wie bspw. die Astronomie in Klasse 8, indexbasierte Datenstrukturen, Unterprogramme, Anforderungen, Softwareprojekte, eindeutige Adressierung, paketorientierte Datenübertragung, lokale Rechnernetze, Routing, Datenschutz, Backupstrategien und Geometrie.

Zusammengefasst wird nach der Dokumentenanalyse klar, dass IMP-Lehrpersonen vor der Herausforderung stehen, die oben genannten Vernetzungen im Unterricht zu realisieren. Offen bleibt, wie viele Lehrpersonen das Fach unterrichten dürfen und wie die Abstimmung zwischen diesen Lehrpersonen gestaltet werden muss. Implementiert die Physik-Lehrperson Algorithmen mit den Schüler:innen, da manche Facetten im Physikteil aufgeführt sind? Wie werden die Fachinhalte der Informatik behandelt, sodass die Schüler:innen komplexere Algorithmen und Softwareprojekte (wie im Bildungsplan beschrieben) programmieren können? Aus dieser Ausgangssituation ergeben sich vielfältige didaktische Herausforderungen für IMP-Lehrpersonen, mit heterogenem Qualifikationsprofil, deren Umsetzung nachfolgend untersucht wird.

3 Forschungsziel und Forschungsfragen

Die vorliegende Studie zum interdisziplinären Profulfach IMP zielt darauf ab, zu explorieren, welche Chancen und Herausforderungen aus der Perspektive der Lehrpersonen bei der Umsetzung des interdisziplinären Unterrichtsfachs IMP im Kontext der informatischen Bildung gesehen werden. Ausgehend von diesem Forschungsziel und einer explorativen Ausrichtung geht die Arbeit den nachfolgenden vier Forschungsfragen nach:

- FF 1: Welche Motivation bringen Lehrpersonen für das interdisziplinäre Fach IMP mit?
- FF 2: Welche professionsorientierten Qualifikationen besitzen die IMP-Lehrpersonen?
- FF 3: Wie erfolgten die unterrichtliche Umsetzung und Vernetzung des interdisziplinären Fachs IMP im schulischen Alltag?
- FF 4: Welche generellen Chancen und Herausforderungen stellen Lehrpersonen bei der unterrichtlichen und schulischen Umsetzung des interdisziplinären Fachs IMP fest?

4 Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde eine leitfadengestützte Interviewstudie durchgeführt. Diese Methode bietet den Vorteil, die bisher nicht systematisch erforschte unterrichtliche Umsetzung des Profulfachs IMP durch das teilstrukturierte Interviewformat systematisch durch die Interviewten beschreiben zu lassen und ggfs. an bestimmten Stellen vertieft ins Detail zu gehen (Mayer, 2013). Im Kontext der Exploration des Forschungsfelds ist eine qualitative Vorgehensweise als angebracht zu bewerten (Flick, Kardorff & Steinke, 2022; Krüger, Parchmann & Schecker, 2014).

Der Leitfaden (Anhang) wurde nach mehrmaliger Abstimmung mit zwei promovierten Experten aus dem Bereich der Didaktik überarbeitet und finalisiert, um die Gütekriterien qualitativen Forschens zu erfüllen (Göhner & Krell, 2020).

4.1 Stichprobe, Studienverlauf und Umsetzung

Die Interviewstudie wurde vom Nov. 2021 bis zum Mai 2022 in Baden-Württemberg durchgeführt. Insgesamt nahmen $N = 21$ ($m = 15$, $w = 6$) Lehrpersonen aus allen vier Regierungspräsidien (Freiburg $N = 1$, Karlsruhe $N = 7$, Stuttgart $= 9$, Tübingen $= 4$) teil. Es wurde eine E-Mail-Anfrage an alle (zum damaligen Zeitpunkt 99) Gymnasien versendet. Das Alter der Teilnehmenden lag zwischen 30 und 55 Jahren ($M = 41$ Jahre, $SD = 7,06$ Jahre). Die Teilnehmenden wurden über eine E-Mailanfrage akquiriert. Tabelle 2 stellt berufsspezifische Informationen der Teilnehmenden wie ihre Fakultas, ihr Qualifikationsprofil für den Fachteil Informatik von IMP, ihre Unterrichtserfahrung in IMP und den Fachanteil von IMP, den sie unterrichten, anonymisiert und transparent dar.

Tab 3. Qualifikationsprofil der teilnehmenden Lehrpersonen.

LP	Fakultas	Qualifikationsprofil für Fachteil Infor- matik	Unterrichtserfah- rung in IMP in Jahren	IMP Fächer
01	I, M	S	2	I, M
02	I, M	S	3	I, M, P
03	M, P	KS	0.5	I, M, P
04	I, M, NwT, P	S	3	I, M
05	Che, Eng, I	S	2	I
06	I, M, NwT, P	KS, JK	2	I, P
07	Ge, I, M	JK	3	I, M
08	M, P	S	3	M, P
09	I, M, NwT, P	KS	2	I, M, P
10	I, M, P	KS	1	I, M, P
11	M, NwT, P	KS	3	M, P
12	Ge, I, M, So, Wi	KS	2	I, M
13	M, P	JK	3	M
14	Geo, M	KS	0	I, M
15	I, M, Sp	KS	3	I, M
16	I, M, NwT	S	2	I, M, P
17	As, I, M, P	KS	3	I, M, P
18	I, M, NwT, P	JK	2	I, M, P
19	Bio, I, M, NwT	KS	1	I
20	Eng, I, Sp	KS	3	I
21	I, M, NwT, P	KS	2	I, P

Anmerkungen: *As* Astronomie, *Bio* Biologie, *Che* Chemie, *Eng* Englisch, *Ge* Geschichte, *Geo* Geografie, *I* Informatik, *M* Mathematik, *NwT* Naturwissenschaft und Technik, *P* Physik, *So* Sozialkunde, *Sp* Sport, *Wi* Wirtschaft, *KS* Kontaktstudium, *S* Studium, *JK* Jahreskurs

Die Interviews dauerten durchschnittlich $M = 32$ Minuten ($MIN = 22$, $MAX = 51$) und wurden einzeln entweder online oder vor Ort an den Schulen von dem Autor durchgeführt und mit einem Diktiergerät aufgezeichnet. Diverse Interviews fanden pandemiebedingt online statt. Es gibt keine Anhaltspunkte, dass das Online-Format zu anderen Ergebnissen geführt haben könnte, da in beiden Formaten alle Teilnehmenden zu allen Themenbereichen Antworten gegeben haben und sich die Länge der Interviews (außer beim Minimum von 22 Minuten) nicht deutlich voneinander unterscheiden. Im nächsten Schritt wurden die Interviews transkribiert und redigiert. Der Ablauf der teilstandardisierten Interviews orientiert sich am Leitfaden (Anhang).

4.2 Datenanalyse

Die Transskripte der Interviews wurden mit der systematischen, strukturgebenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring analysiert (Mayring, 2015). Das Kategoriensystem wurde in einem iterativen Prozess deduktiv aus dem Forschungsstand und den Leitfragen, sowie induktiv (mit (i) markiert) basierend auf den Aussagen der IMP-Lehrpersonen erstellt. Nach dem Kodieren von drei Interviewtranskripten wurden die Ergebnisse miteinander verglichen und diskutiert. Im Anschluss an das Hinzufügen induktiver Kategorien und der Überarbeitung des Kategoriensystems wurden fünf weitere Interviewtransskripte kodiert. Die Ergebnisse wurden erneut miteinander verglichen und diskutiert. Induktiv wurden weitere Kategorien hinzugefügt. Nach der letzten Überarbeitung des Kategoriensystems wurden alle 21 Transskripte von zwei unabhängigen Personen (Autor und einer geschulten wiss. Hilfskraft) kodiert. Nach abschließender Diskussion zum Kategoriensystem wurde basierend auf der Kodierung aller 21 Interviewtransskripte die Interraterreliabilität berechnet. Insgesamt wurden 1288 Codes 14 Kategorien zugewiesen. Die Übereinstimmung der beiden unabhängigen Rater in den einzelnen Kategorien liegen zwischen 81 % und 96 % (Brennan & Prediger, 1981). Diese Werte sind als substantiell bis fast perfekt zu bezeichnen (Burla et al., 2008; MacPhail, Khoza, Abler & Ranganathan, 2016).

5 Ergebnisse

Die nachfolgende Darstellung der Ergebnisse orientiert sich am Kategoriensystem (siehe Anhang). Damit soll ein Überblick darüber gegeben werden, welche Aspekte die IMP-Lehrpersonen angesprochen haben. Ausgewählte Zitate unterstreichen die Aussagen und stützen die Befunde. Schulspezifische Aspekte und individuelle Gründe, die von einzelnen Lehrpersonen genannt wurden und nicht direkt im Zusammenhang mit den Forschungsfragen stehen, werden nicht zitiert, sind aber im Anhang ersichtlich.

5.1 FF 1: Motivation der unterrichtenden Lehrpersonen (Codes = 25)

In Anlehnung an die Kategorien von Brändle (2023a) wurden Lehrpersonen zu ihren Beweggründen das Profulfach IMP zu unterrichten befragt. Interessengeleitete Aussagen der Lehrpersonen (z. B. Fachinteresse) wurden in die Unterkategorie intrinsische Motivation und Äußerungen zu einer Aufforderung oder ein externes Selbstverständnis (z. B. Stellenausschreibung, Anfrage von Kolleg:innen) wurden der Unterkategorie extrinsische Motivation zugeordnet (Brändle, 2023a). 80 % (17 = Anzahl der Lehrpersonen) der Befragten nennen intrinsische Beweggründe für das Unterrichten von IMP. Diese Häufigkeit ist erwartungskonform mit dem Forschungsstand. Dabei werden von allen die Themen des Faches genannt. Gleichzeitig nennt jeder dritte (8) extrinsische Beweggründe, z.B. die Möglichkeit, allen Schüler:innen eine weitere Wahlmöglichkeit zu schaffen.

„Also ist es macht mir Spaß zu programmieren und mich mit den einzelnen Sachen wie Kryptografie auseinander zu setzen [...] aus dieser Eigenmotivation heraus möchte ich Informatik unterrichten.“ (LP12, Pos. 20)

„Er hat uns die Lehrpläne gezeigt und da fand ich die mathematischen Inhalte spannend. Da sind auch für mich viele neue Sachen drin, die ich selber erstmal erarbeiten muss.“ (LP13, Pos. 22)

Keine(r) der befragten Lehrpersonen nennt den interdisziplinären Charakter oder das ganze Profulfach als Beweggrund oder bezieht sich darauf.

5.2 FF 2: Professionsorientiertes Qualifikationsprofil der IMP-Lehrpersonen (Codes = 150)

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage sind zuerst die Rahmenbedingungen zur Befähigung des Unterrichts des Profulfachs zu betrachten. Um den Fachteil Physik unterrichten zu können, muss die Lehrperson eine Lehrberechtigung für Physik besitzen. Für den Fachteil Mathematik gilt analog die Regelung für die Lehrberechtigung in Mathematik. Für den Fachteil Informatik wurden aufgrund des Mangels an ausgebildeten Informatiklehrpersonen zwei Zusatzausbildungen für alle Lehrpersonen, nicht nur MINT-Lehrpersonen, entwickelt: zum einen das Kontaktstudium, bei dem Lehrpersonen am Ende der einjährigen Zusatzausbildung ein Zertifikat und 5 ECTS-Punkte erwerben (ZSL, 2020) und zum anderen der Jahreskurs Informatik (ZSL, 2021). Letzterer geht zwei Jahre, vertieft die Themenbereiche der Informatik und berechtigt die Lehrpersonen, Informatik in der Kursstufe zu unterrichten. Das Kontaktstudium fokussiert die Inhalte von IMP und berechtigt die Lehrpersonen zum Unterrichten des Aufbaukurses Informatik in Klasse 7 und des Fachteils Informatik von IMP. Aus diesen verschiedenen Möglichkeiten resultiert die Verteilung des Qualifikationsprofils der Stichprobe (vgl. Tabelle 1). 28 % (6) der befragten Lehrpersonen haben Informatik in Kombination mit anderen Fächern grundständig studiert. 57 % (12) haben das Kontaktstudium abgeschlossen und 19 % (4) haben den Jahreskurs abgeschlossen. Nicht alle Personen haben MINT-Fächer studiert. Welche zweiten Fakultäten die Lehrpersonen im Einzelnen haben, ist sehr unterschiedlich (vgl. Tabelle 1). Insgesamt haben dennoch 47 % (9) der Befragten die Fakultät für Mathematik und Physik. 81 % (17) der befragten Lehrpersonen geben an, dass ein Lehramtsstudium speziell für das Profulfach IMP nicht notwendig ist. Da die Mathematik- und Physik-Lehrpersonen bereits die Fächer grundständig studiert haben und die aktuellen Alternativen (das Kontaktstudium, der Jahreskurs und die Möglichkeit Informatik auf Lehramt zu studieren) als ausreichend empfunden werden. 71 % (15) geben an, dass mindestens eine Zusatzqualifikation (Informatik als Nebenfach, Kontaktstudium, etc.) besucht werden sollen. Der Jahreskurs und das Kontaktstudium werden als „[...] anstrengend“ (LP12, Pos. 66) beschrieben, „[...]“, weil es ein ganzes Jahr parallel zum Unterricht laufen musste“ (LP17, Pos. 73), insgesamt aber als sinnvoll für das Unterrichten des Profulfachs angesehen.

Über die Qualifikationsmaßnahmen hinaus haben 90 % (19) der Befragten Lehrpersonenweiterbildungen besucht, die von 88 % (18) der IMP-Lehrpersonen als positiv wahrgenommen wurden.

5.3 FF 3: Unterrichtliche Umsetzung und Vernetzung der drei beteiligten Fächer im Schulalltag (Codes = 507)

Wie in der Einleitung beschrieben, wird das Profulfach IMP vier Unterrichtsstunden pro Woche unterrichtet. Nach der Befragung der Lehrpersonen gibt es verschiedene unterrichtliche Umsetzungen (vgl. Tabelle 2). IMP wird in dieser Stichprobe immer von zwei oder einer Lehrperson unterrichtet. Dabei werden die Stunden entsprechend der Vorgaben des Bildungsplans (MKJS, 2018d) verteilt. Ein Fachteil ist mit zwei Stunden pro Woche und die anderen beiden mit jeweils einer Wochenstunde vertreten. Diese Gewichtung unterscheidet sich mit jeder Klassenstufe. Wie diese Verteilung umgesetzt wird, ist bei den beteiligten Schulen unterschiedlich. Unterrichtet nur eine Lehrperson IMP, so wird es als vierstündiges Fach ganzheitlich umgesetzt. Ein weiterer Teil der Befragten unterrichtet das Profulfach modulbasiert nach den Themen.

„[...] [Die] Kryptologie ist ein ganz großartiges Beispiel [...], weil sich da Mathematik, Informatik und auch der Themenbereich Informatik und Gesellschaft zusammenfassen lassen [...] Ich kann zwischen mathematischen Grundlagen, Verständnis von Verschlüsselungssystemen an sich und Sicherheitsgedanken [wechseln] [...]. Das

ist ein Bereich, der den [Schülerinnen und] Schülern und auch mir sehr viel Spaß macht, weil sich da alles verzahnt.“ (LP16, Pos. 42)

Als dritte genannte Möglichkeit wird IMP separiert unterrichtet und innerhalb des Schuljahres aufgeteilt, bspw. in zwei Doppelstunden pro Woche (z.B. zwei Stunden Physik und zwei Stunden Mathematik, nach einem halben Jahr wird Mathematik mit Informatik getauscht).

Aus dieser Umsetzung ergeben sich mehrere Fragen an die Absprachen zwischen den beteiligten Lehrpersonen. Die Anzahl der Codes ist in Tabelle 5 dargestellt. 52 % (11) der Befragten geben an, dass informelle Absprachen „[...] im Lehrerzimmer statt[finden]. Das sind dann Absprachen auf kurzem Weg.“ (LP20, Pos. 37). 33,3 % (7) geben an sich in Fachschaftstreffen speziell für IMP oder den MINT-Bereich über das Profilfach auszutauschen. 14 % (3) Lehrpersonen geben an, sich nicht mit ihren Kolleg:innen auszutauschen. „[Es ist] komisch, weil ich nicht genau weiß, was der Informatikkollege macht.“ (LP13, Pos. 32).

Tab 4. Unterrichtsliche Umsetzung.

Unterkategorie	Ausprägung	N Lehrpersonen
Vernetzung der drei beteiligten Fächer	Positive Einschätzung	10
	Negative Einschätzung	10
	I – M	18
	M – P	10
	I – P	9
	I – M - P	7
Unterrichtsumsetzung	2 Fächer	14
	1 Fach	8
	Modulbasiert nach Themen (i)	10
	Begründung der Struktur	9
Kategorie: Anzahl der IMP-Lehrpersonen		
Anzahl der Lehrpersonen für eine Klasse	3	0
	2	14
	1	9
Kategorie: Absprachen		
Sporadische Absprachen/ Informelle Treffen		13
Systematische Absprachen	Regionaler Arbeitskreis (i)	1
	Fachschaft	7
	Andere systematische Absprachen	8
Keine Absprachen		3

Aus dieser heterogenen Umsetzung ergibt sich vor allem nach einmaliger vollständiger Durchführung des Profulfachs Optimierungsbedarf aus der Perspektive der Lehrpersonen.

„[...] Man sieht diese Vernetzungen aber erst so richtig, wenn man wirklich unterrichtet, wenn man tief drinsteckt. Die sehen wir jetzt und sagen, dass würden wir gerne beim nächsten Mal stärker miteinander vernetzen“ (LP19, Pos. 18).

Darüber hinaus werden einzelne Themen von den Lehrpersonen genannt, bei denen sich ihrer Meinung nach wenige Vernetzungsmöglichkeiten zu anderen Inhaltsbereichen ergeben.

„Ja, ich war etwas erstaunt. Da ist eben die Astronomie in IMP eingeflossen ist. Die war im letzten Bildungsplan in NwT. Wir waren ja zu einigen Fortbildungen zusammengesessen. Und da hat sich zu allen der Verdacht aufgetreten, nachdem sie in NwT raus ist, musste die Astronomie halt in IMP rein, damit sie da ein Stück ihre Existenzberechtigung weiter hat. Und für uns war es relativ schwierig zu erkennen, wo jetzt die Andockung zwischen der Astrophysik und der Geometrie, das lässt sich gerade noch gefallen. Ja, aber bei allem anderen fand ich es schwierig.“ (LP04, Pos. 48).

An dieser Stelle ist hinzuzufügen, dass zwischen den einzelnen Fachanteilen weitere Vernetzungsmöglichkeiten genannt werden. „[...] [Das] numerische Lösen von Differenzialgleichungen“ (LP11, Pos. 34), „stückweise definierte Funktionen [...], die computergestützte Physik“ (LP18, Pos. 26) und die „Logik Gatter [...] über die Halbleiterphysik“ (LP21, Pos. 52) werden als Beispiele für die Vernetzung aller drei beteiligten Fächer genannt.

Beim Inhaltsbereich *Rechner und Netze* sehen die Befragten Vernetzungsmöglichkeiten zwischen der Mathematik mit der Graphentheorie und dem Elektrotechnikpraktikum in der Physik. Insgesamt wird außer den bereits genannten Vernetzungsmöglichkeiten zwischen Mathematik und Informatik genannt, dass „innerhalb von IMP [...] eine sehr starke Vernetzung zwischen Mathematik und Informatik [existiert].“ (LP16, Pos. 26). Diese wird als sehr positiv bewertet.

Vernetzungen zwischen den Fächern werden überdies kritisch eingeordnet:

„Dann läuft zum Beispiel in Physik, Geophysik, Astrophysik [im Bildungsplan] parallel hoch. Das stimmt auch wieder nicht. Wenn ich in Physik in der neunten Klasse zum Beispiel Klimamodelle berechnen, dann hat das zwar mit Informatik nichts zu tun, aber es ist etwas, was man sozusagen als Prozesskompetenz mit auf den Weg bekommt. Also da geht es darum zum Beispiel verschiedene Interpretationsverfahren kennenzulernen und die per Computer anzuwenden und sei es auch nur durch Tabellenkalkulationen. Oder wenn es um Klimarechnungen geht, die komplexer sind, dass man Simulationen laufen lässt. Das alles hat etwas mit Informatik zu tun, trifft aber nicht den Kern“ (LP21, Pos. 52).

Bei der Einordnung von IMP als interdisziplinäres Profulfach in das MINT-Profil geben die befragten Lehrpersonen einheitlich an, dass es eine sinnvolle Erweiterung und Vertiefung im MINT-Bereich ist. Darüber hinaus wurde gesagt, dass sie IMP als Erweiterung des Faches Informatik betrachten. Die Mathematik liefert demnach die theoretische Informatik und die Physik stellt die Anwendungskontexte und Vernetzungsmöglichkeiten bzgl. der Themen (bspw. Numerik).

5.4 FF 4: Chancen und Herausforderungen bei der schulischen Umsetzung (Codes = 288)

Chancen bei der Umsetzung sind nach Angabe der Befragten, dass der IMP-Unterricht anders als „Mathematik [...] oder Physik [-Unterricht ist], weil [...] bei der Erarbeitung sehr viel Kreativität Raum gegeben [wird] auf eine Weise, [die] in anderen Fächern so nicht [...].“ (LP03, Pos. 75) möglich ist. Weiterhin nutzen ein Drittel der befragten Lehrpersonen die Möglichkeit, ein benotetes Projekt in den Unterricht zu integrieren, oder damit eine Klassenarbeit zu ersetzen und sehen die Projektarbeit als Chance bei der Umsetzung des Faches an. 47 % (10) der Befragten sehen die

Umsetzung von IMP von einer Lehrperson, im besten Fall mit allen drei Fakultas, als gewinnbringend für den IMP-Unterricht und dessen Vernetzung der drei beteiligten Fächer an. Eine generelle Umsetzung von einer Lehrperson erscheint jedoch aufgrund des aktuellen Lehrpersonenmangels, speziell im Bereich Informatik, als ein ambitioniertes Ziel. Daher sind nach Angabe der Lehrpersonen Absprachen zwischen den IMP unterrichtenden Lehrpersonen zwingend notwendig. Darüber hinaus sind Inhalte der anderen Fächer Mathematik und Physik, die parallel zu IMP unterrichtet werden, wichtig. Die Reihenfolge mit den zuständigen Lehrpersonen abzustimmen, um die Inhalte von IMP sinnvoll aufeinander aufzubauen, wurde als weitere Chance genannt. 20 % (4) der Lehrpersonen geben die Vernetzung der drei beteiligten Fächer als Chance an.

Wenn die Materialien so gut aufeinander abgestimmt sind und die Themen so eng miteinander verzahnt sind, dann macht es einfach keinen Sinn, dann stringent immer von einem zum anderen Thema zu wechseln. Ich habe versucht, meinen Unterricht so aufzubereiten, dass die Themen, wo es sich anbietet, miteinander verschwinden.“ (LP02, Pos. 20).

„Die Schüler sehen auch, dass es nicht einfach nur immer einzelne Fächer sind. Sondern dass es das große Ganze gibt. [...] Es hängt einfach viel zusammen, heutzutage vielleicht mehr denn je. Deshalb passt es gut, um in der Richtung die Wahrnehmung zu schärfen. Es ist nicht einfach alles abgeschlossen [...] einfach über den Tellerrand hinausschauen. Des großen Ganzen, zusätzlich zu den fachlichen Inhalten, bekommen sie mit.“ (LP09, Pos. 80).

Die von den Lehrpersonen genannten Herausforderungen lassen sich in verschiedene Unterkategorien differenzieren (vgl. Abbildung 1).

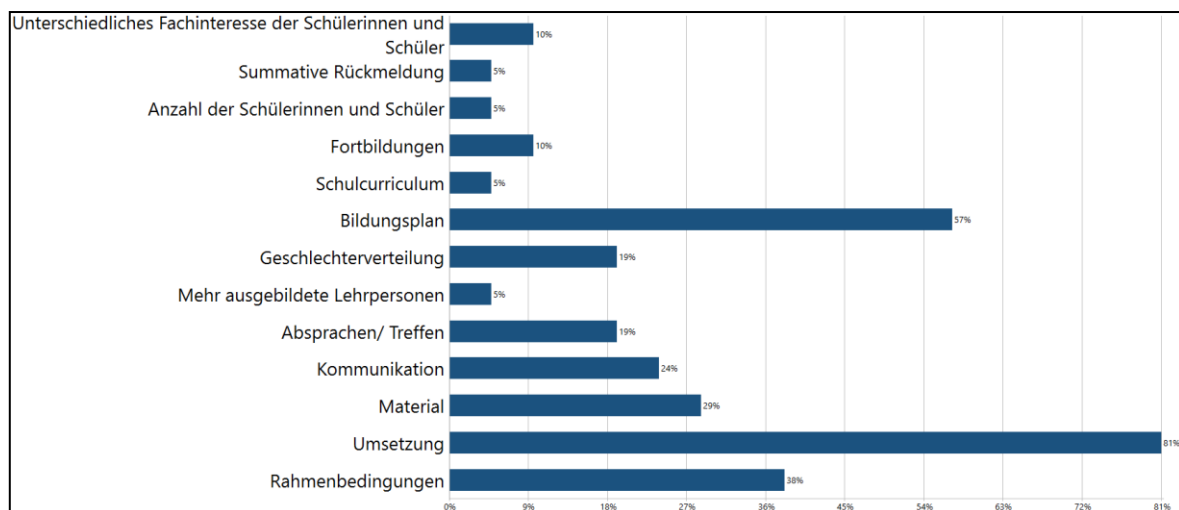


Abb. 1. Darstellung der Unterkategorien von Herausforderungen.

Konform zum berichteten Forschungsstand (Kapitel 2.4) werden bei Herausforderungen organisatorische Schwierigkeiten (Rahmenbedingungen), der Bildungsplan und die Kommunikation mit anderen Lehrpersonen und den Schüler:innen genannt.

„Da haben wir leider keine Beamer oder Leinwände hängen, noch nicht. Das finde ich, ist eigentlich ein großes Manko oder No-Go heutzutage. Das ist überfällig.“ (LP09, Pos. 74)

Das Profulfach IMP wird, laut Aussage der Befragten, hauptsächlich von Jungen und weniger von Mädchen gewählt. Ein Problem ist „[...]“, dass wir mehr Mädchen für den Bereich begeistern müssen. Also was die Naturwissenschaften angeht ist das Verhältnis zwischen Jungen und Mädchen immer noch nicht ausgewogen genug.“ (LP20, Pos. 73).

Manche Lehrpersonen berichten von mangelnder technischer Ausstattung, beispielsweise gibt es in manchen Räumen „keine Beamer oder Leinwände“ (LP09, Pos. 74), oder „[...] Probleme mit dem Internet bzw. mit dessen Stabilität“ (LP05, Pos. 76).

An zweiter Stelle stehen Herausforderungen in der Unterkategorie Bildungsplan. So werden Wünsche an Änderungen der Inhalte des Bildungsplans und die Fülle des Stoffverteilungsplans genannt. Es gibt

„[...] diese Stoffverteilungspläne mit Stundenverteilungsplänen. Die sind auf 36 Wochen pro Schuljahr getrimmt, aber das Schuljahr hat 40 Wochen. Vier Wochen abschreiben wegen Wandertag, Klassenarbeiten und so weiter. Tatsächlich hat das Schuljahr aber wesentlich weniger Wochen, weil es ja noch viele andere Dinge gibt, warum mal ein Teil der Klasse oder so gar nicht da ist. Und dann gibt es natürlich auch die technischen Probleme. Und deswegen ist der Plan – der ist gut gemeint – aber aus meiner Sicht, ich schaffe es nicht – und das höre ich auch von meinen Kollegen – alle Unterrichtsinhalte in der vorgegebenen Zeit unterzubringen“ (LP04, Pos. 72).

6 Zusammenfassung und Diskussion

Nach der ersten Umsetzung des Profulfachs IMP lassen sich auf der Basis der explorativen Daten sowie der durchgeführten Dokumentenanalyse des Bildungsplans verschiedene Aspekte diskutieren, die nachfolgend zusammengefasst und mit dem Forschungsstand gegenübergestellt werden. Zur Motivation der befragten Lehrpersonen (FF 1) ist festzustellen, dass trotz dem Mehraufwand durch Qualifizierungsmaßnahmen, vertiefenden freiwilligen Weiterbildungen und Vorbereitung von Unterrichtsstunden die Mehrzahl (80 %, 17) der Lehrpersonen aus intrinsischer Motivation (analog zu Brändle (2023a)) und teilweise extrinsischer Motivation (33,3 %, 8) das interdisziplinäre Fach unterrichtet. Extrinsische Motivation war unter anderem auch, den Schüler:innen Informatik in der Mittelstufe zu ermöglichen. Die Befragten führen mehrheitlich ihr Interesse an einer Fachdisziplin an und gehen nicht auf den interdisziplinären Kontext ein.

Die Qualifikationsprofile (FF 2) der Befragten sind heterogen, wenn auch die meisten Lehrpersonen ein MINT-Fach grundständig studiert haben. 90 % (19) geben an, zusätzliche Weiterbildungen für das neue interdisziplinäre Fach besucht zu haben. Die unterrichtliche Umsetzung (FF 3) ist abhängig von diesen Qualifikationsprofilen und der Anzahl der Lehrpersonen, sowie deren Absprachen. 47 % (10) der Lehrpersonen unterrichten das Fach zu zweit oder allein, in Teilen modulbasiert nach Themen und setzen das Fach fachüberschreitend, oder sogar fächerkoordinierend um. Somit ist analog zu Mokhonko et al. (2014) festzustellen, dass das Qualifikationsprofil entscheidend für die Umsetzung ist. Inwiefern diese unterschiedlichen Umsetzungen die informatische Kompetenzen der Schüler:innen beeinflussen, ist ein Forschungsdesiderat. Für die Implementierung eines interdisziplinären MINT-Faches spielen interdisziplinäre Kompetenzen und eine positive Einstellung gegenüber interdisziplinären MINT-Unterricht eine große Bedeutung (Al Salami et al., 2017). Nach aktueller Einsicht des Fortbildungskatalogs des ZSLs ist die Mehrheit der Lehrpersonenfortbildungen disziplinär ausgerichtet. Daher wäre eine Möglichkeit, diesen Katalog um interdisziplinäre Best-Practice-Beispiele für den IMP-Unterricht zu erweitern.

Chancen (FF 4) sehen die befragten Lehrpersonen bei ihrer gewonnenen Erfahrung, einer guten Kommunikation untereinander, sowie den Rahmenbedingungen durch die Schulen. Vernetzungen zwischen den Inhalten der drei beteiligten Fächer sind abhängig von der Kommunikation zwischen den unterrichtenden Lehrpersonen, analog zum Stand der Forschung (Al Salami et al., 2017). Nach der Dokumentenanalyse und der Befragung werden auf Bildungsplanebene die Themenbereiche *Kryptologie* und *Numerik in der computergestützten Physik* als positive Vernetzungsmöglichkeiten hervorgehoben. Andere Themenbereiche wie *Geometrie* und *Astronomie* in Klasse 8 lassen sich laut den Befragten nur schwer mit den anderen beiden Fächern vernetzen, wenn auch die

Bedeutung der Geometrie durch die wichtige Vermittlung von prozessbezogenen Kompetenzen (Problem lösen, Argumentieren und Beweisen und Kommunizieren) betont wird. Somit lassen sich als grundlegende Herausforderung des interdisziplinären Unterrichts einzelne curriculare Vorgaben im Bildungsplan identifizieren.

Interdisziplinäre Mathematikkontexte wie Modellieren, Kommunizieren und kritisches Denken werden wie in der Analyse zum Mehrwert interdisziplinärer MINT-Fächer von Maass et al. (2019) im Profulfach integriert und nach Aussagen der Befragten an die Schüler:innen vermittelt.

Unterrichtsbeispiele mit Design Thinking, oder die Vermittlung von 21st Century Skills, die in integrierten MINT-Projekten als Mehrwert für interdisziplinären MINT-Unterricht genannt werden (Tytler, Anderson & Williams, 2023), wurden wenig bzw. nur vereinzelt von den Befragten erwähnt. Insbesondere im Vergleich zum praxis- und projektorientierten Profulfach NwT sahen die Hälfte der befragten IMP-Lehrpersonen den Mehrwert in der Disziplinarität der drei beteiligten Fächer. Vielfältige Forschungsdesiderate existieren hinsichtlich der Unterstützung von Lehrpersonen bei der Integration interdisziplinärer MINT-Fächer (Margot & Kettler, 2019). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Befragten sich durch die Qualifikationsmaßnahmen, das Unterrichtsmaterial und die IMP-spezifischen Fortbildung gut auf das Profulfach vorbereitet gefühlt haben. Die aktuellen Qualifikationsmöglichkeiten dienen jedoch als Notlösung für den Informatik-Lehrpersonenmangel. Eine Verbesserung bei der technischen und räumlichen Ausstattung, eine Anpassung des vollen Stundenverteilungsplans und ein Transfer des Erkenntnisgewinns nach der Durchführung, z. B. in Form von Lehrpersonenweiterbildungen oder Austauschforen, stellen aus Sicht der Befragten gewünschte Unterstützungsmöglichkeiten dar. Trotz der Herausforderungen stellen die befragten Lehrpersonen grosso modo fest, dass das Profulfach IMP eine wünschenswerte Ergänzung im MINT-Bildungsbereich darstellt und dabei die interdisziplinären Aspekte einer Bildung im digitalen Zeitalter unterstützen kann.

7 Limitationen

Neben dem explorativen Charakter der Studie ist der limitierende Aspekt der geringen Stichprobe zu nennen. An der Befragung nahmen rund 10 Prozent der allgemeinbildenden Gymnasien in Baden-Württemberg, an welchen IMP zum Zeitpunkt der Erhebung unterrichtet wurden, teil (Zahlen des MKJS). Vorwiegend haben männliche Lehrpersonen an der Studie teilgenommen. Das mindert die Diversität der Stichprobe. Eine Stichprobenverzerrung ist grundsätzlich möglich, da während der Schulkonferenz einige Schulen in ihrer Rückmeldung auf diverse, den Unterricht beeinträchtigende Faktoren (u. a. pandemiebedingte Schulschließung) verweisen und aus diesen Gründen eine Teilnahme an der Studie ablehnten. Es handelt sich bei der Stichprobe um eine Positivauswahl, da sich alle Teilnehmenden freiwillig nach dem Anschreiben an die Schulen gemeldet haben. Dahingehend könnte die Stichprobe hauptsächlich Lehrpersonen enthalten, die sich sehr gut auf das Profulfach vorbereitet gefühlt haben.

8 Fazit

Interdisziplinärer Unterricht an allgemeinbildenden Gymnasien ist in Deutschland keine Randerscheinung mehr. In gut jedem dritten Bundesland in Deutschland werden MINT-Inhalte in den Bildungsplänen in interdisziplinären Fächern aufgeführt (Schwarz et al., 2022). Die unterrichtliche Umsetzung des IMP-Bildungsplans sowie des Stoffverteilungsplans stellen sich nach der Dokumentenanalyse und der Befragung der Lehrpersonen insgesamt als herausfordernd dar. Gründe hierfür sind zum einen die Stofffülle und die aus der Perspektive der Lehrpersonen genannten unzureichenden Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Themen. Konform zum Forschungsstand fällt die Vernetzung durch die unterrichtliche Umsetzung heterogen aus (Mokhonko et al., 2014; Stübiger et al., 2006). Bei der Untersuchung konnte gezeigt werden, dass die Umsetzung des interdisziplinären Profulfachs IMP von fachisolierendem Unterricht ohne Abstimmung zwischen den Lehrpersonen bis hin zu einer fachüberschreitenden (z. B. Kryptologie) und bei manchen Themen fächerkoordinierenden (z. B. Simulation, Numerik) Umsetzung reicht. Die Lehrpersonen stehen dem interdisziplinären Ansatz positiv gegenüber, sehen aber bei der unterrichtlichen und schulischen Umsetzung Handlungsbedarfe. Nach Meinung der Befragten können regelmäßige Treffen der unterrichtenden Lehrpersonen und Schulcurricula die Vernetzung der beteiligten Fächer verbessern.

Auf Basis der explorativen Befunde könnten folgende Hypothesen für weiterführende Studien aufgestellt werden: Die professionsorientierte Qualifikation der unterrichtenden IMP-Lehrpersonen (in Informatik, Mathematik und Physik) hat einen Einfluss auf die Vernetzung der Fächer in IMP. Die Kooperation der unterrichtenden IMP-Lehrpersonen hat einen positiven Einfluss auf die Vernetzung der Fächer in IMP. Die Unterrichtserfahrung der Lehrperson im Fach IMP beeinflusst die Vernetzung der Fächer in IMP.

Das Fazit des vorliegenden Beitrags ist, dass in der unterrichtlichen und schulischen Umsetzung des Profulfachs IMP die Vernetzung der drei Fächer bislang nur bedingt gelingt. Da, bis auf den Aufbaukurs Informatik in Klasse 7 mit nur einer Wochenstunde, kein Pflichtfach Informatik für alle Schüler:innen in Baden-Württemberg existiert, werden in IMP die Inhalte der Informatik behandelt. Wie von den Lehrpersonen bestätigt, sollten jedoch alle Schüler:innen eine informatische Grundbildung erhalten. Somit stellt das Profulfach IMP einen ersten Schritt zur Einführung des Fachs Informatik in Baden-Württemberg an manchen Schulen dar. Die heterogene Umsetzung von IMP macht jedoch deutlich, dass es ein eigenständiges Fach Informatik, unterrichtet von grundständig ausgebildeten Lehrpersonen bedarf, da andernfalls nicht sichergestellt werden kann, wie die Inhalte der Informatik unterrichtet werden. Erwartungskonform ist festzustellen, dass die Lehrpersonen überwiegend aus ihrer eigenen professionsorientierten Brille auf die Umsetzung des interdisziplinären Faches IMP blicken. Trotz dieses Befundes stellt die interdisziplinäre Ausrichtung auch eine Chance dar, um die informatischen Inhalte, ergänzend zum Unterrichtsfach Informatik, aus der Perspektive zweier wichtiger wissenschaftlicher Disziplinen (Mathematik und Physik) zu betrachten, die sich selbst vielfältig der Informatik bedienen. Mit der Einführung des Pflichtfaches Informatik in allen Bundesländern entsteht die Chance, parallel zum Pflichtfach Informatik, das MINT-Profulfach IMP (mit adaptierten Inhalten) als Vertiefung für Schüler:innen der Mittelstufe anzubieten und somit, wie von den Befragten genannt, eine vielfältige Profilverwahl und gleichzeitig allen Schüler:innen eine informatische Grundbildung zu ermöglichen.

Literaturverzeichnis

- Al Salami, M. K., Makela, C. J. & Miranda, M. A. de. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 63–88. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9341-0>
- Alano, J., Babb, D., Bell, J., Booker-Dwyer, T., DeLyser, L. A., McNunn Dooley, C. et al. (2016). *K-12 Computer Science Framework*. Verfügbar unter: <https://k12cs.org/wp-content/uploads/2016/09/K%E2%80%9312-Computer-Science-Framework.pdf>
- Bahr, T. & Zinn, B. (2023). Gender Differences in the New Interdisciplinary Subject Informatik, Mathematik, Physik (IMP)—Sticking with STEM? *Education Sciences*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/educsci13050478>
- Bastian, J., Combe, A., Gudions, H., Herzmann, P. & Rabenstein, K. (2000). *Profile in der Oberstufe. Fächerübergreifender Projektunterricht in der Max-Brauer-Schule Hamburg* (PB-Bücher, Bd. 39, 1. Aufl.). Hamburg: Bergmann + Helbig.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K. et al. (2022). *Reviewing computational thinking in compulsory education. State of play and practices from computing education*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/126955>
- Brändle, M. (2023a). *Inhaltsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Fach Naturwissenschaft und Technik in der gymnasialen Oberstufe*. <https://doi.org/10.18419/opus-13439>
- Brändle, M. (2023b). *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Fach NwT in der gymnasialen Oberstufe*. in press. Stuttgart.
- Brennan, R. L. & Prediger, D. J. (1981). Coefficient Kappa: Some Uses, Misuses, and Alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 41(3), 687–699. <https://doi.org/10.1177/001316448104100307>
- Brinda, T., Fothe, M., Friedrich, S., Koerber, B., Puhlmann, H., Röhner, G. et al. (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule - Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*.
- Burla, L., Knierim, B., Barth, J., Liewald, K., Duetz, M. & Abel, T. (2008). From text to codings: intercoder reliability assessment in qualitative content analysis. *Nursing Research*, 57(2), 113–117. <https://doi.org/10.1097/01.NNR.0000313482.33917.7d>
- Busch, M. (2016). *Empirische Studien zum fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht. Kompetenzförderung, Interessenentwicklung, Wahlmotive und Lehrerperspektive*. Jena: Friedrich-Schiller-Universität. Verfügbar unter: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:27-dbt-20160706-1010465>; <https://dnb.info/117729652/34>; https://www.db-thueringen.de/receive/dbt_mods_00029287
- Caspersen, M. E., Diethelm, I., Gal-Ezer, J., McGettrick, A., Nardelli, E., Passey, D. et al. (2022). *Informatics Reference Framework for School* (inforamtics for all, Hrsg.). Belgium, Brussels. Verfügbar unter: <https://www.informaticsforall.org/wp-content/uploads/2022/03/Informatics-Reference-Framework-for-School-release-February-2022.pdf>
- Daumiller, M. (2019). Motivation von Lehrkräften. PsyArXiv.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39. *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (1993) 2, S. 223-238. <https://doi.org/10.25656/01:11173>
- Doyle, W. (1986). Classroom organization and management. In, MC Wittrock (Ed.), *Handbook on research on teaching* (pp. 392-431). *New York: MacMillan*.
- Elliott, S. W. (2017). Computers and the Future of Skill Demand. <https://doi.org/10.1787/9789264284395-en>
- Flick, U., Kardorff, E. von & Steinke, I. (Hrsg.). (2022). *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (Rororo Rowohlt's Enzyklopädie, Bd. 55628, 14. Auflage, Originalausgabe). Reinbek bei Hamburg: rowohlt's enzyklopädie im Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Göhner, M. & Krell, M. (2020). Qualitative Inhaltsanalyse in naturwissenschaftsdidaktischer Forschung unter Berücksichtigung von Gütekriterien: Ein Review. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26(1), 207–225. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00111-0>
- Goldberg, D. S., Grunwald, D., Lewis, C., Feld, J. A. & Hug, S. (2012). Engaging computer science in traditional education, 351–356. <https://doi.org/10.1145/2325296.2325377>

- Graube, G. (2014). Wissenschaft und Technik. Zur Reflektion von Technoscience und Interdisziplinarität in der Allgemeinbildung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Bd. 2 Nr. 1 (2014): Journal of Technical Education (JOTED). <https://doi.org/10.48513/joted.v2i1.25>
- Gysin, D. & Brovelli, D. (2022). Geschlechterunterschiede bei der Wahrnehmung von kontextorientiertem Unterricht und dem situationalen Interesse in der Physik, 320–327. <https://doi.org/10.33683/dida.22.05.58>
- Häsing, P. (2009). Fächerübergreifender Unterricht in der gymnasialen Oberstufe aus Sicht der Lehrenden. Eine qualitative Studie. <https://doi.org/10.25656/01:3340>
- Hasni, A., Bousadra, F., Belletête, V., Benabdallah, A., Nicole, M.-C. & Dumais, N. (2016). Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: a systematic review. *Studies in Science Education*, 52(2), 199–231. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1226573>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement* (Reprinted.). London: Routledge.
- Hattie, J. (2023). *Visible Learning: The Sequel: A Synthesis of Over 2,100 Meta-Analyses Relating to Achievement*. <https://doi.org/10.4324/9781003380542>
- Hug, S., Eyerman, S., Cota, R. & Pontelli, E. (2018). Embedding K12 Professional Development Through Co-Teaching Experiences-Sustaining Computational Thinking in Interdisciplinary Courses, 1–6. <https://doi.org/10.1109/RESPECT.2018.8491708>
- Jannack, V. (2017). *Empirische Studie zum Einsatz von Problembasiertem Lernen (PBL) im interdisziplinären naturwissenschaftlichen Unterricht: Kompetenzentwicklung bei Schülerinnen und Schülern und Akzeptanz bei Lehrerinnen und Lehrern*. Heidelberg. Verfügbar unter: <https://core.ac.uk/download/pdf/212115186.pdf>
- Kastenhofer, K. (2020). Emergierende Technowissenschaften. Am Beispiel von Systembiologie und Synthetischer Biologie. <https://doi.org/10.1553/ita-ms-20-01>
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S. et al. (2013). Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Teacher Education*, 64(1), 90–106. <https://doi.org/10.1177/0022487112460398>
- Krüger, D., Parchmann, I. & Schecker, H. (2014). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0>
- Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance, 1.
- Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 11–19. <https://doi.org/10.1007/s40573-014-0001-9>
- Labudde, P., Heitzmann, A., Heiniger, P. & Widmer, I. (2005). Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: ein Modell. <https://doi.org/10.26041/fhnw-400>
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R. & Goos, M. (2019). The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 51(6), 869–884. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5>
- MacPhail, C., Khoza, N., Abler, L. & Ranganathan, M. (2016). Process guidelines for establishing Intercoder Reliability in qualitative studies. *Qualitative Research*, 16(2), 198–212. <https://doi.org/10.1177/1468794115577012>
- Margot, K. C. & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Mayer, H. O. (2013). *Interview und schriftliche Befragung*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. <https://doi.org/10.1524/9783486717624>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (Beltz Pädagogik, 12., aktualisierte und überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1136370>
- McLure, F. I., Tang, K.-S. & Williams, P. J. (2022). What do integrated STEM projects look like in middle school and high school classrooms? A systematic literature review of empirical studies of iSTEM projects. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 73. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00390-8>
- MKJS. (2018a). *Bildungsplan Aufbaukurs Informatik*. Verfügbar unter: https://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_SEK1_INF7.pdf
- MKJS. (2018b). *Bildungsplan Mathematik*. Verfügbar unter: http://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GYM_M.pdf
- MKJS. (2018c). *Bildungsplan Physik*. Verfügbar unter: http://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GYM_PH.pdf
- MKJS. (2018d). *Bildungsplan zum Profilfach Informatik, Mathematik, Physik (IMP)*. Verfügbar unter: http://bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GYM_IMP.pdf

- Mokhonko, S. (2016). *Nachwuchsförderung im MINT-Bereich. Aktuelle Entwicklungen, Fördermaßnahmen und ihre Effekte* (Empirische Berufsbildungsforschung, Bd. 2, 1. Auflage). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Mokhonko, S., Stefanica, F. & Nickolaus, R. (2014). NwT-Unterricht: Herausforderungen bei der Einführung eines neuen Faches im Spiegel einer aktuellen Bestandsaufnahme. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Bd. 2 Nr. 1 (2014): *Journal of Technical Education (JOTED)*. <https://doi.org/10.48513/joted.v2i1.28>
- Nordmann, A. (2010). Was wissen die Technowissenschaften? In Friedrich Gethmann (Hrsg.), *Lebenswelt und Wissenschaft: Kolloquiumsband des XXI. Deutschen Kongresses für Philosophie*. Verfügbar unter: <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/7458/>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Ergebnisse (Band I). Was Schülerinnen und Schüler wissen und können*. Bielefeld: wbv Media. <https://doi.org/10.1787/1da50379-de>.
- Pühler, A., Müller-Röber, B. & Weitze, M.-D. (2011). Synthetische Biologie. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-22354-9>
- Rossmann, T. & Tropea, C. (2005). *Bionik. Aktuelle Forschungsergebnisse in Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/b138351.pdf?pdf=button%20sticky>
- Schwarz, R., Hellmig, L. & Friedrich, S. (2021). Informatikunterricht in Deutschland – eine Übersicht. *Informatik Spektrum*, 44(2), 95–103. <https://doi.org/10.1007/s00287-021-01349-9>
- Schwarz, R., Hellmig, L. & Friedrich, S. (2022). *INFORMATIK-MONITOR*. Berlin. Verfügbar unter: https://informatik-monitor.de/fileadmin/GI/Projekte/Informatik-Monitor/Informatik-Monitor_2022/20220505_GI_Informatik-Monitor_2022_FINAL2.pdf
- Schwippert, K., Kasper, D., Köller, O., McElvany, N., Selter, C., Steffensky, M. et al. (2020). *TIMSS 2019. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster, New York: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830993193>
- Seidel, T. (2014). Angebots-Nutzungs-Modelle in der Unterrichtspsychologie. Integration von Struktur- und Prozessparadigma. Utilization-of-learning-opportunities models in the psychology of Instruction: integration of the paradigms of structure and of process. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60(6), 850–866.
- Shulman, L. S. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In M. C. Wittrock (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (3-36+). Macmillan.
- Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) (2022). Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). <http://dx.doi.org/10.25656/01:25273>
- Stübig, F., Ludwig, P., Bosse, D., Gessner, E. & Lorberg, F. (2006). Bestandsaufnahme zur Praxis fächerübergreifenden Unterrichts in der gymnasialen Oberstufe im Bundesland Hessen. <https://doi.org/10.25656/01:3336>
- Tal, R. T., Dori, Y. J. & Keiny, S. (2001). Assessing conceptual change of teachers involved in STES education and curriculum development - the STEMS project approach. *International Journal of Science Education*, 23(3), 247–262. <https://doi.org/10.1080/095006901750066501>
- Tala, S. (2009). Unified View of Science and Technology for Education: Technoscience and Technoscience Education. *Science & Education*, 18(3-4), 275–298. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9145-7>
- Tytler, R., Anderson, J. & Williams, G. (2023). Exploring a framework for integrated STEM: challenges and benefits for promoting engagement in learning mathematics. *ZDM*. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01519-x>
- Vegas, E., Hansen, M. & Fowler, B. (2021). *BUILDING SKILLS FOR LIFE. How to expand and improve computer science education around the world*, Brookings. Verfügbar unter: <https://www.brookings.edu/essay/building-skills-for-life-how-to-expand-and-improve-computer-science-education-around-the-world/>
- Yadav, A., Connolly, C., Berges, M., Chytas, C., Franklin, C., Hijón-Neira, R. et al. (2022). A Review of International Models of Computer Science Teacher Education, 65–93. <https://doi.org/10.1145/3571785.3574123>
- Zinn, B. (2014). Editorial: Technische Allgemeinbildung - Bedeutungsspektrum, Bildungsstandards und Forschungsperspektiven. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Bd. 2 Nr. 2 (2014): *Journal of Technical Education (JOTED)*. <https://doi.org/10.48513/joted.v2i2.37>
- ZSL. (2020). *Profilfach IMP Klasse 8-10*. Verfügbar unter: https://lehrerfortbildung-bw.de/fb_lehrgaenge/kontakt/imp/
- ZSL. (2021). *Zweijahreskurs 2021/23*. Verfügbar unter: <https://lfbo.kultus-bw.de/lfb/termine/PLD6P>

Anhang

Leitfaden

Begrüßung:

Guten Tag,

ich begrüße Sie ganz herzlich zum heutigen Interview.

Erläuterung des Forschungsprojektes:

Gerne möchte ich Ihnen kurz das Thema und den aktuellen Stand des Forschungsprojekts erläutern. Ich führe eine Interviewstudien an allgemein bildenden Gymnasien (ggf. Gemeinschaftsschulen) zum Fach IMP durch. Dazu befrage ich Lehrpersonen wie Sie über ihre Erfahrungen im Fach IMP. Das Ziel dieses Interviews ist es Ihre persönliche Erfahrung, Meinung und Anregungen zum Fach IMP nach der Durchführung des Fachs zu erfahren.

Einverständnisabfrage:

Sind Sie einverstanden, dass das Interview mittels Audiogerät aufgezeichnet wird?

Sind Sie damit einverstanden das ein Transskript, das Sie sich vorher durchlesen können und bei Bedarf Stellen entfernen können, anonymisiert in einem wissenschaftlichen Artikel im Anhang zur Studie veröffentlicht wird?

Rechte des Befragten:

Kommen wir zu Ihren Rechten. Im Interview haben Sie das Recht, Fragen nicht zu beantworten. Sie können jederzeit das Interview unterbrechen. Ich kann das Aufzeichnungsgerät, auf Ihren Wunsch hin, jederzeit (kurzfristig) ausstellen. Jede Person, die Sie beim Namen nennen wird von mir anonymisiert.

Sie haben einen Anspruch auf Rückmeldung.

Sie haben ein Einspruchsrecht auf eine von mir gespiegelten Auswertung des Interviews. Falls ich beim Transkribieren Ihrer Antworten etwas falsch darstelle.

Offene Leitfragen:

1. Thema: Allgemeine Angaben

1. Alter, Geschlecht, Fächer, Kursstärke, Zusammensetzung m/w
2. Warum haben sie grundsätzliches Interesse an IMP?
3. Welche Beweggründe haben Sie dazu gebracht das Fach IMP zu unterrichten?

2. Thema: Umsetzung von IMP im Schulalltag

1. Welche Stunde des IMP-Unterrichts ist Ihnen positiv in Erinnerung geblieben?
2. IMP setzt sich aus den drei Fächern Informatik, Mathematik und Physik zusammen, wie stellt sich die Vernetzung im Schulalltag dar?
3. Von wem wird IMP unterrichtet?

4. Wie oft treffen Sie sich für Absprachen?

Nachfrage: Wo finden die Absprachen statt?

5. Gibt es ein Schulcurriculum zur Umsetzung von IMP? Wenn ja, können Sie mir dieses zur Verfügung stellen?

6. Was wäre eine typische Unterrichtsreihe für IMP?

7. Wie setzt sich nachher die Note in IMP zusammen?

Nachfrage: Welche Art von Prüfungen setzen Sie ein? / Wie beurteilen Sie die Leistung der Schülerinnen und Schüler?

3. Thema: Stellung von IMP im Vergleich zu traditionellen MINT-Fächern

1. Wie ordnen Sie das Fach IMP in die traditionellen MINT-Fächer ein?

2. Gibt es bei Ihnen an der Schule NwT? Wenn nein, warum?

Nachfrage: Wie steht ihre Schule zu den Wahlpflichtfächern im MINT-Bereich?

3. Wo sehen sie Unterschiede zwischen IMP und NwT?

4. Thema: Lehrpersonenqualifikation

1. Welche Qualifikationsmaßnahmen haben Sie für den IMP-Unterricht besucht?

2. An welchen IMP spezifischen Weiterbildungen haben Sie teilgenommen?

3. Welche Erfahrungen haben sie mit Weiterbildungen vom ZSL gemacht?

Nachfrage: Wo sehen Sie Weiterbildungsbedarf?

4. Halten sie ein Lehramtsstudium für das Fach IMP für notwendig und wenn ja warum?

5. Thema: Rahmenbedingungen und Optimierungsbedarfe

1. Wie ist die technische Ausstattung an Ihrer Schule? Hat das Auswirkungen auf den IMP-Unterricht?

Nachfrage: Wie sind die räumlichen Bedingungen?

2. Welche Chancen und Herausforderungen sehen Sie im Fach IMP?

3. Welchen Optimierungsbedarf sehen Sie im Fach IMP?

(bzgl. der Rahmenbedingungen, der Umsetzung, der Materialien, ...)

6. Thema: Abschlussfrage

1. Möchten Sie noch etwas ergänzen, dass bisher nicht zur Sprache kam?

Ende des Interviews:

Konnten Sie mit meinen Fragen was anfangen, oder hätten Sie sich andere Fragen gewünscht?

Ggfs. welche Person sollte ich noch interviewen?

Vielen Dank, dass Sie sich Zeit für das Interview genommen haben!