

Interdisziplinärer Informatikunterricht: Ergebnisse zweier empirischer Untersuchungen aus Baden-Württemberg

Bahr, T.

DOI: 10.18420/ibis-03-01-04

Zusammenfassung

Informatikunterricht ist in Deutschland in den Bundesländern unterschiedlich in Bildungspläne integriert. In Baden-Württemberg wurde seit 2018 ergänzend zum Pflichtfach Informatik in Klasse 7, das Wahlpflichtfach Informatik, Mathematik, Physik (IMP) eingeführt. Hiermit ergeben sich verschiedene Fragestellungen hinsichtlich der interdisziplinären Umsetzung sowie der Interessen, Kurswahlentscheidungen und beruflichen Orientierung der Schüler:innen. Der interdisziplinäre Kontext bietet die Möglichkeit Physical Computing, KI und Design Thinking in den Unterricht zu integrieren. In einer qualitativen Interviewstudie wurden $N_1 = 21$ IMP-Lehrpersonen u. a. zu den o. a. Aspekten befragt. Weiterhin wurden in einer quantitativen und qualitativen Fragebogenstudie $N_2 = 336$ IMP-Schüler:innen am Ende der 10. Klasse zu ihren Interessen, der Vernetzung und weiteren Aspekten befragt. Die Ergebnisse liefern einen interessanten Einblick in die interdisziplinäre Umsetzung von IMP und können Hinweise zur Bildungsplanarbeit sowie zur unterrichtlichen Umsetzung interdisziplinärer Fächer liefern.

Einleitung

In der zunehmenden digitalen Transformation (OECD, 2019a) und aufgrund der veränderten Anforderungen an zukünftige Arbeitnehmer:innen im 21. Jahrhundert (OECD, 2019a) werden informatische Kompetenzen immer bedeutsamer (SWK, 2022). Daraufhin wurde in verschiedenen Bundesländern Informatik verpflichtend für alle Schüler:innen eingeführt (Hellmig et al., 2023). Die meisten Bundesländer haben Bildungspläne, die auf den Bildungsstandards der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (2008) basieren. In Baden-Württemberg wurde 2018 Informatik in Klasse 7 mit einer Wochenstunde verpflichtend eingeführt (MJKS, 2018a). Weiterführend haben Schüler:innen die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Wahlpflichtfächern für die Klassen 8 bis 10 zu wählen. Diese vierstündigen Fächer können eine dritte Fremdsprache, Sport, Musik, Naturwissenschaft und Technik (NwT), oder Informatik, Mathematik, Physik (IMP) sein. Letzteres baut auf den Prozess- und

Inhaltsbereichen von Klasse 7 auf und ergänzt die Informatik um „die physikalischen und mathematischen Grundlagen informatischer Systeme“ (MJKS, 2018b, S. 4). Theoretisch adressiert dieser Bildungsplan somit die Forderung verschiedener Expert:innen interdisziplinäre Inhalte in den Schulunterricht zu integrieren (OECD, 2019b).

Gleichzeitig sieht sich die Informatik mit weiteren Herausforderungen konfrontiert. So existiert in der Informatik im schulischen und hochschulischen Bereich sowie auf dem Arbeitsmarkt ein Gender Gap (Happe et al., 2020; Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V., 2023). Interdisziplinärem Unterricht wird das Potential attestiert durch hands-on Projekte z. B. Physical Computing oder Making (vgl. Dittert et al., 2023; Przybylla, 2018) und andere Kontexte z. B. Nachhaltigkeit und Umwelt (Bahr & Zinn, 2023; Spieler, 2023) mehr Schülerinnen für die Informatik zu begeistern. Mit der skizzierten Ausgangssituation stellten sich im Bezugsfeld des interdisziplinären Fachs IMP verschiedene Fragestellungen, die basierend auf den Ergebnissen vorangegangener Arbeiten des Autors, mit diesem Beitrag in der Rubrik aus der Wissenschaft für die Praxis in Teilen beantwortet, aufgearbeitet sowie in den Kontext interdisziplinären Informatikunterrichts diskutiert und eingeordnet werden sollen, um Erkenntnisse für die schulische Praxis und Bildungsadministration abzuleiten. Dieser Beitrag greift primär auf die Ergebnisse der Dissertation des Autors (Bahr, 2024a) zurück.

Hintergrund und Forschungsstand

Nachfolgend wird der theoretische Hintergrund und Stand der Forschung hinsichtlich interdisziplinären Informatikunterrichts beschrieben. Ein Vergleich zwischen disziplinärem und interdisziplinärem Informatikunterricht wird hier nicht vorgenommen. Expert:innen der GI (2008) sowie der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) (2022) sprechen sich u. a. aufgrund der Bildungsgerechtigkeit für ein Pflichtfach Informatik für alle Schüler:innen ab der Sekundarstufe I aus. Weiterhin zeigt eine kürzlich erschienene Analyse der Bildungspläne in den USA, dass Fä-

cher, die Informatik nur in Teilen adressieren (integrated Computing genannt), Schüler:innen nicht ausreichend auf den Informatikunterricht in höheren Klassenstufen vorbereiten und somit ein geringes Vorwissen vorhanden sein kann (Margulieux et al., 2024, S. 18). Daher versucht dieser Beitrag, basierend auf den Ergebnissen, ein Beschreibungs- und Erklärungswissen zu interdisziplinären Wahlfächern, Arbeitsgemeinschaften, außerschulischen Aktivitäten und der Integration von interdisziplinären Kontexten in das Fach Informatik abzuleiten.

Vernetzungsmöglichkeiten

Im amerikanischen Raum wurde der K-12 Informatik Referenzrahmen von verschiedenen Expert:innen entwickelt (K-12 Computer Science Framework Steering Committee, 2016). Hier werden u. a. Vernetzungsmöglichkeiten bei den prozessbezogenen Kompetenzen zwischen der **Informatik**, der **Mathematik**, den **Naturwissenschaften und den Ingenieurwissenschaften** genannt (Abbildung 1). Zwischen **Informatik und Mathematik** werden das *Entwickeln und Abstrahieren*, das *Nutzen kollaborativer Tools* und das *präzise Kommunizieren* genannt. Das *Kommunizieren mit und über Daten* und das *Erstellen von Artefakten* werden als Schnittmengen der **Informatik und den Natur- und Ingenieurwissenschaften** identifiziert. Gemeinsame Prozesse zwischen **allen beteiligten Wissenschaften** sind nach dem Referenzrahmen das *Definieren von Problemen*, das *Modellieren*, *Computational Thinking* sowie das *Bewerten und Begründen*. Explizite Vernetzungsmöglichkeiten zwischen den Inhaltsbereichen werden nicht aufgeführt.

Als weitere Kategorisierung für interdisziplinäre MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Natur-

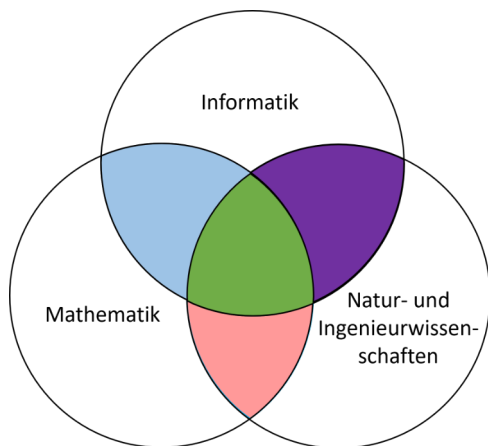


Abbildung 1: Beziehungen zwischen Informatik, Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften (übersetzt nach K-12 Computer Science Framework, 2016, S. 72 / CC BY-NC-SA 4.0)

wissenschaften und Technik) können die Definitionen von Labudde (2014) herangezogen werden. Für den fächerübergreifenden, naturwissenschaftlichen Unterricht definiert Labudde (2014) drei Unterbegriffe: *fachüberschreitend* (es wird eine Verbindung von einem Fach z. B. der Informatik zu einem anderen z. B. Mathematik hergestellt, hier könnte das binäre Zahlensystem als ein Beispiel genannt werden), *fächerverbindend* (in zwei oder mehr Fächern wird zur gleichen Zeit ein Thema erarbeitet, z. B. Kryptographie aus Sicht der Informatik mit dem RSA-Verfahren, aus Sicht der Mathematik mit den mathematischen Grundlagen wie modulo-Rechnung sowie aus Sicht der Physik mit Quantencomputern (Lee et al., 2023)) und *fächerkoordinierend* (es steht ein Problem oder eine Frage im Mittelpunkt, z. B. das optimale Auslösen eines Fallschirms (Welker, 2020)).

Der IMP-Bildungsplan (MJKS, 2018b) bietet auf Seite der inhaltsbezogenen Kompetenzen verschiedene Anhaltspunkte zur Vernetzung der drei beteiligten Fächer. In Klasse 8 wird im Mathematik-Teil bei den *mathematischen Grundlagen der Kryptologie* (Binärsystem, Primfaktorzerlegung und dem euklidischem Algorithmus) und der Graphentheorie auf die Inhaltsbereiche des Informatik-Teils des Bildungsplans verwiesen. Beim Mathematik-Teil der 9. Klasse finden sich die Verweise auf die Informatik in den gleichen Bereichen wieder. Inhaltsbezogenen Kompetenzen der Physik bei der die Inhalte der Informatik aufgeführt sind, werden in Klasse 8 nur bei den „*Funktionen optischer Geräte*“ und „*Aspekten der analogen und digitalen Bilderaufnahme*“ aufgeführt (MJKS, 2018b, S. 34). *Geometrie* sowie *Erde und Weltall* haben keinen expliziten Verweis auf andere Inhalte der Informatik. Im Physik-Teil in Kl. 9 wird bei der *Elektrodynamik und Informationsverarbeitung* und *computergestützten Physik* auf die Informatik verwiesen. In Klasse 10 wird im Bereich *numerische Verfahren der Mechanik* und bei der *Transitmethode zum Nachweis von Exoplaneten* auf die Informatik verwiesen. Somit gibt es nach dem Bildungsplan Vernetzungsmöglichkeiten zwischen den Fächern aber auch fachisolierte Inhaltsbereiche. Die prozessbezogenen Kompetenzen werden im Bildungsplan nicht direkt vernetzt.

Empirische Erkenntnisse zu interdisziplinärem Informatikunterricht

Nach den Analysen von Vegas et al. (2021) und Bocconi et al. (2022) wird Informatik international hauptsächlich als eigenständiges Fach unterrichtet. Durch Physical Computing sowie

Computational Thinking findet in manchen Bereichen interdisziplinärer Unterricht statt. Empirische Erkenntnisse zur Umsetzung interdisziplinärer MINT-Fächer liegen bislang nur in geringem Maß vor (Bahr, 2024b). Die Unterrichtsvorbereitung, Abstimmung im Kollegium, organisatorische Schwierigkeiten und die Bildungspläne werden von verschiedenen Studien als Herausforderungen interdisziplinären Unterrichts genannt (Bastian et al., 2000; Häsing, 2009; Stübig et al., 2006). Gleichzeitig wird von Mokhonko et al. (2014) für das interdisziplinäre Profulfach NwT in Baden-Württemberg ein Zusammenhang zwischen dem Qualifikationsprofil der unterrichtenden Lehrpersonen und der Intensität der verschiedenen behandelten Themen geschlossen.

Nachfolgend soll nach dem kurzen Überblick zur Umsetzung eine Übersicht zu erprobten Unterrichtsmaterial, in dem Informatik mit Kontexten oder Inhalten anderer Fächer vernetzt wird, gegeben werden.

In dem mit Design Thinking entwickeltem und erprobtem Unterrichtsmaterial IT2School (Diethelm & Schaumburg, 2016) wurde u. a. Physical Computing, d. h. die Erstellung eines interaktiven Objektes oftmals in einer Kombination aus **Software und Hardware** (Przybylla, 2018), integriert. Schüler:innen können u. a. mit dem MocoMoco, dem Calliope Mini und später mit dem Arduino-Board erste Produkte umsetzen. Weiterhin wird **3D-Druck** mit einem Modul in den Informatikunterricht integriert. Empfohlen werden hierbei die Unterrichtsmethoden Design Thinking und die Projektmethode. Zusätzlich werden in den Unterrichtseinheiten unplugged (Informatik ohne Computer) Aktivitäten integriert.

Weiterhin existiert mit dem Themenbereich **Data Science** eine direkte Verbindung zwischen der Informatik und Mathematik (Grillenberger, 2019). Hierfür wurde von Grillenberger (2019) ein Kompetenzmodell für den Informatikunterricht entwickelt sowie erprobtes Material zum Thema Data Mining veröffentlicht.

Anknüpfend an das Sammeln und Analysieren von Daten wurde verschiedenes Unterrichtsmaterial im Kontext **Künstliche Intelligenz** für Schüler:innen verschiedener Altersstufen entwickelt und erprobt. Dieses umfasst z. B. die Verbindung des MIT App Inventors mit Daten aus der realen Welt in interdisziplinären Kontexten (Ravi et al., 2024).

Oben aufgeführte Themen finden sich auch im OER-Online-Schulbuch *inf-schule* wieder (Jochum et al., 2017). Somit lässt sich zusammenfassen, das basierend auf dem oben skizzierten

Unterrichtsmaterial, praxiserprobte Möglichkeiten existieren Informatik im Kontext (Diethelm et al., 2011) und vernetzt mit Inhalten anderer Fächer im Schulunterricht umzusetzen.

Forschungsstand zum Gender Gap im Kontext interdisziplinärer Schulinformatik

Verschiedene Literaturanalysen deuten an, dass interdisziplinäre Projekte das Interesse von Schülerinnen an Informatik fördern könnten (Happe et al., 2020). Demnach soll das weitverbreitete Programmieren lernen durch eine Schritt für Schritt Anleitung ohne realen Lebensweltbezug und/oder Einbettung in ein Projekt oder iterativ entstehendes Produkt, d. h. „Programmieren lernen um Programmieren zu können“ nicht alle Schüler:innen gleichermaßen ansprechen (Crick, 2017). Wie oben skizziert existieren bereits verschiedene Ansätze interdisziplinäre Projekte in das Fach Informatik zu integrieren um somit ggfs. das Interesse an Informatik sowie das Selbstkonzept der Schüler:innen in Informatik und gleichzeitig die informatischen Kompetenzen der Schüler:innen zu fördern (Diethelm & Schaumburg, 2016). Als Empfehlungen für die Förderung von Schülerinnen werden nach den Analysen des Kompetenzzentrums Technik-Diversity-Chancengleichheit (2023) und Happe et al. (2020) u. a. (1) der Besuch von außerschulischen Lernorten (z. B. Girls' Digital Camps), (2) die Ermöglichung der Teilnahme an Informatik-Wettbewerben (z. B. den Informatik-Biber), (3) Problemstellungen mit einem realen Lebensweltbezug sowie (4) die Priorisierung von Design Thinking und Problemlösen über das eigentliche Programmieren genannt. Außerdem fällt auf, dass außerschulisch Lernorte in ihren Workshops oft interdisziplinäre Themen (z. B. Digital Art oder Roboterprojekte) integrieren (Spieler, 2023).

Forschungsziel und methodisches Vorgehen

In dem oben aufgeführten Kontext war das Forschungsziel der Dissertation (Bahr, 2024a) die Generierung eines systematischen Beschreibungswissens zu den Merkmalen der Lernenden sowie der unterrichtlichen Umsetzung und Vernetzung der Lehrenden des Profulfachs Informatik, Mathematik, Physik (IMP). Dieser Beitrag aus der Rubrik „von der Wissenschaft für die Praxis“ geht insbesondere auf die Vernetzung aus Sicht der Schüler:innen und Lehrpersonen, der unterrichtlichen Umsetzung der Lehrpersonen sowie auf Geschlechterunterschiede ein, um Implikationen für die schuli-

sche Praxis und Bildungsadministration aus den gewonnenen Daten abzuleiten.

Die Erhebungen wurden zwischen November 2021 und Juli 2022 in Baden-Württemberg durchgeführt. Insgesamt nahmen $N_1 = 21$ IMP-Lehrpersonen (männlich = 15, weiblich = 6; Alter: $M = 41$ Jahre, $SD = 7.06$ Jahre) und $N_2 = 336$ ($m = 236$, $w = 88$, divers = 12) IMP-Schüler:innen am Ende der 10. Klasse teil. 31 Schulen aus allen vier Regierungsbezirken von Baden-Württemberg nahmen an der Befragung teil.

Die Daten wurden quantitativ mittels Fragebogen und qualitativ mit offenen Fragen und Interviews erfasst. Weitere Informationen zur Methodik und den Gütekriterien können in (Bahr, 2024a) nachgelesen werden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der durchgeführten Studien und weitere noch nicht veröffentlichte Daten werden nachfolgend aus Sicht der Lehrpersonen und Schüler:innen dargestellt.

Umsetzung, Vernetzung und Optimierungsbedarf aus Sicht der Lehrpersonen

IMP wird wie alle Profulfächer vier Stunden pro Woche unterrichtet. Die Schwerpunkte liegen dabei in Klasse 8 bei der Informatik, in Klasse 9 in Physik und in Klasse 10 in der Mathematik mit zwei Wochenstunden. Den anderen Fachanteilen wird nach dem Stoffverteilungsplan in dem jeweiligen Jahr eine Stunde pro Woche zugewiesen. Nach Aussage der Befragten wird dies zu ca. 53 % im Doppelstundenmodell umgesetzt. Dabei hat ein Fach (z. B. Informatik in Klasse 7) eine Doppelstunde pro Woche. Die anderen beiden Fächer (z. B. Mathematik und Physik in Klasse 7) werden ebenfalls in Doppelstunden, aber nur für ein Halbjahr unterrichtet. Dies hat, laut den Befragten, zur Folge, dass manche Inhalte des Bildungsplans nicht miteinander vernetzt werden können, da sie z. B. erst ein halbes Jahr später unterrichtet werden. Ca. 47 % der Befragten geben an, IMP als ein Fach mit einem fächerkoordinierenden Ansatz zu unterrichten. Dieses Modell wird entweder von zwei Lehrpersonen, die sich untereinander eng abstimmen, oder von einer Lehrperson mit allen drei Fakultäten umgesetzt.

Da IMP parallel zum regulären Mathematik- und Physikunterricht unterrichtet wird und dort auch Vernetzungen im Bildungsplan aufgeführt werden, identifizieren die Lehrpersonen Abstimmung im Kollegium als wichtigen Punkt, um Redundanzen und heterogenes Vorwissen der

Schüler:innen zu vermeiden. Nach Aussagen der Befragten gibt es jedoch nur selten Absprachen in Fachschaften oder andere systematische Absprachen (24 %). Primär finden Absprachen sporadisch (62 %) oder in manchen Fällen gar nicht statt (14 %).

Gleichzeitig nennen die Teilnehmenden Themengebiete des Bildungsplans wie die Astronomie die nur schwer zu vernetzen sind, als problematisch:

„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. [...] Das ist jetzt Teil des Physik Plans. Und dann muss man das eben umsetzen. Da finde ich die Vernetzung schwierig.“ (Lehrperson 4).

Zusammengefasst werden als positive Beispiele für die Möglichkeiten der Vernetzung der drei beteiligten Fächer in der Kategorie **Informatik und Mathematik** die Themen Kryptologie, Graphentheorie, stückweise definierte Funktionen und Zahlensysteme genannt. In der Kategorie **Informatik und Physik** werden die Elektronik, Informationsverarbeitung und Optik genannt. Letztlich werden Simulationen, Numerik und die computergestützte Physik als Themen in denen **alle drei Fächer** miteinander vernetzt werden von den Befragten genannt.

„Die Informatik und Mathematik lassen sich an ganz vielen Stellen sehr gut vernetzen. Zum Beispiel bei den Graphen-Algorithmen. Wenn man in der Mathematik den Graphen als Datenstruktur kennenlernt. Man macht sich Gedanken über zum Beispiel kürzeste-Wege-Algorithmen. Diese Algorithmen macht man erst an dem Graphen. Anschließend kann man in der Informatik implementieren, erweitern, Effizienz-Betrachtung, usw. machen. (...) Ich habe schon über die Aussagenlogik gesprochen. Die ist ein großes Thema ab Klasse neun, wo man sich eben ganz intensiv mit Boolescher Algebra in der Mathematik beschäftigt. Das passt natürlich super, es würde auch gut mit der Physik zusammenpassen, wenn man eben in der Physik die Transistoren behandelt usw. Auf Gatter-Ebene kann ich das in der Informatik sehr schön übernehmen. Das ist eben

der üblichen Gang vom Halbaddierer, über Volladdierer bis hin zur CPU und vieles mehr.“ (Lehrperson 19).

Nach der Betrachtung den Vernetzungsmöglichkeiten stellt sich die Frage wie die Lehrpersonen das Fach IMP umsetzen. Hier geben alle Befragten an, das entwickelte Unterrichtsmaterial vom Zentrum für Schulqualität und Lehrerfortbildung (ZSL) in Baden-Württemberg zu nutzen. Dieses Material wurde von der Zentralen Planungsgruppe (ZPG) des IMP Bildungsplans basierend auf vorher erprobten Unterrichtsmaterial u. a. von Gallenbacher (2017) (in Klasse 8 bei *Daten und Codierung*) und inf-schule (Jochum et al., 2017) (in Klasse 8 bei *Algorithmen*, Klasse 9 *Daten und Codierung*) entwickelt oder selbst erprobt. Nachfolgend werden die Unterrichtsgänge kurz beschrieben. Im Informatik-Teil in Klasse 8 wurde der *Algorithmen*-Teil mit dem MIT-App Inventor erprobt. Im *Rechner und Netze*-Teil in Klasse 8 und 10 wird mit Filius (Freischlad, 2010) gearbeitet. Das Material im *Informationsgesellschaft und Datensicherheit*-Teil in allen Klassen wurde selbst entwickelt. Ebenso das Material im *Algorithmen*-Teil der Klassen 9 und 10. Vernetzungen werden nur zum **mathematischen Teil** mit der „Bestimmung des ggT mit dem euklidischen Algorithmus, das Sieb des Eratosthenes zur Bestimmung von Primzahlen oder das Finden der Primfaktorzerlegung einer Zahl“ (Eisenmann, 2018, S. 15) genannt. Der Physikteil nennt im Unterrichtsgang der Klassen 8, 9 und 10 nur Vorwissen der Schüler:innen in Informatik aber keine expliziten Vernetzungen. Ein Scratch Programm kann in Klasse 8 zu Visualisierung genutzt werden. GeoGebra und Excel werden in Klasse 9 und 10 eingesetzt sind jedoch keine Inhalte der Informatik, sondern als Werkzeuge zu verstehen. Der Mathematik-Teil enthält im *Geometrie*-Teil keine Verweise. Sonst werden Bezüge zur Informatik hergestellt. Im Teil *Funktionen im Sachkontext* wird beim Thema Erfassung von Umrissen mithilfe von Schrittweitensteuerung ein Projekt das **fachüberschreitend oder fächerverbindend mit der Informatik** durchgeführt werden kann empfohlen. Außerdem geben die Befragten an, dass im IMP-Unterricht im Vergleich zu NwT weniger Projekte umgesetzt werden.

„Die NwT als handlungsorientierte Disziplin und die IMP eher als doch kognitiv-wissenschaftlich-geartete Disziplin.“ (Lehrperson 20).

Neben den gewonnenen Erfahrungen aus der ersten Umsetzung der Lehrpersonen wird wei-

terer Optimierungsbedarf genannt (81 %). Darunter fallen Änderungen am Bildungsplan hinsichtlich der Vernetzung der Fächer (57 %), Absprachen im Kollegium (19 %), sowie die Geschlechterverteilung der Schüler:innen.

„Eben durch den Alltagsbezug. (...) Die zweite Herausforderung ist dadurch auch für Mädchen attraktiv zu machen. Was bei uns eben bisher eher weniger Mädchen sind. (...) weil ich mir gut vorstellen kann, dass da eine höhere Hemmschwelle ist. Bei Mädchen zum einen, wenn sie nachher wissen sie sind dann im Kurs, wo vielleicht fast nur Jungs sind aber auch, weil ja die Ermutigung, in Richtung Informatik zu gehen (...).“ (Lehrperson 2).

Vernetzung aus Sicht der Schüler:innen

Vernetzungen zwischen **Informatik und Mathematik** sehen die Teilnehmenden primär in der Kryptologie (35 %), Aussagenlogik (23 %) und beim Programmieren (20 %).

„Im Matheteil haben wir den RSA-Algorithmus kennengelernt und ich habe diesen selbstständig programmiert.“ (Schüler:in 255)

Bei den Bereichen **Informatik und Physik** werden die elektrotechnischen Grundlagen (31 %), computergestützte Physik (28%) und numerische Methoden der Mechanik (21 %) genannt. Ein Beispiel ist:

„Technische Informatik (Schaltkreise) und Halbleiter (Physik: PN-Übergang, Dioden, Transistoren, Logische Gatter)“ (Schüler:in 303).

Die computergestützte Physik (25 %) und Aussagenlogik (28 %) werden als Vernetzungsmöglichkeiten **aller drei Fächer** gesehen. Hier wird zum Beispiel Physical Computing (3 %) aufgeführt:

„Mit einem Calliope Mini Microcontroller + Sensoren wurden physikalische Messungen vorgenommen und damit Werte berechnet (z.B. Temperatur in Grad Celsius)“ (Schüler:in 79).

Nach Aussage der Schüler:innen wird primär Java als textbasierte Programmiersprache un-

terrichtet (76 %) gefolgt von Python (22 %). Anderen Programmierumgebungen die verwendet werden sind Arduino, Open Roberta Lab und der MIT App Inventor (13 %).

Geschlechterunterschiede bei den Schüler:innen

Die am häufigsten genannten Kurswahlmotive der Schüler:innen sind deren Fachinteressen hinsichtlich einer der drei beteiligten Fächer und Selbstkonzepte (Bahr & Zinn, 2023). Beim Interesse an IMP, Mathematik, der Motivation im IMP-Unterricht sowie der beruflichen Orientierung im Bereich Naturwissenschaften und Technik gibt es keine geschlechtsspezifischen Unterschiede. Signifikante Unterschiede gibt es bei dem Interesse an Informatik, Physik und dem fachspezifischem Selbstkonzept an IMP mit geringen Effektstärken. Hier haben Schüler im Mittel höhere Werte als Schülerinnen (Bahr & Zinn, 2023). In einer Folgestudie (Bahr, 2024d) mit einer größeren Stichprobe (N = 665 IMP-Schüler:innen) haben die Effekte jedoch nur eine geringe statistische Power (unter 80 %). Somit lassen sich einzig bei den Kurswahlentscheidungen Geschlechterunterschiede als statistisch signifikant sicher feststellen. Insgesamt wählen ca. 70 % Schüler das Profulfach IMP.

Diskussion und Implikationen

Die Ergebnisse hinsichtlich der Vernetzung der Lehrenden und Lernenden decken sich mit den aufgeführten Themen im Bildungsplan. Vernetzungsmöglichkeiten (z. B. Kryptologie) zwischen **Informatik und Mathematik** werden häufig gesehen. Vernetzungsmöglichkeiten zwischen **Informatik und Physik** liegen primär nur bei elektrotechnischen Themen. Bei **allen drei Fächern** in den Bereichen Numerik und computergestützte Physik. Nach den Angaben der Schüler:innen wird Physical Computing (12,5 %) eher selten in den IMP-Unterricht integriert. Gleichzeitig geben die Lehrpersonen an, IMP nicht projektbasiert oder „hands-on“ zu unterrichten (Bahr, 2024b). Als Optimierungsbedarf nennen manche Lehrpersonen den Gender Gap bei der Kurswahl. Primär wählen Schüler das Fach IMP. Somit entsteht für die Kurswahl in der Oberstufe bereits eine stereotype Vorauswahl. Geschlechtersensibler Informatikunterricht wird zwar im Bildungsplan als didaktischer Hinweis aufgeführt (MKJS, 2018b), lässt sich im Unterrichtsmaterial und der berichteten Unterrichts-umsetzung wenig wiederfinden (Eisenmann, 2018; Welken, 2018).

Dabei hat IMP, im Vergleich zu anderen Profulfächern, das Potential die beruflichen Interessen der Schüler:innen im MINT-Bereich zu fördern (Bahr et al., 2024). Nichtsdestotrotz zeigen die empirischen Ergebnisse, dass es im Sinne der Bildungsgerechtigkeit und Teilhabe an der digitalen Welt einen verpflichtenden Informatikunterricht für alle Schüler:innen benötigt. So berichten einige Lehrpersonen davon nicht genügend Zeit für die Inhalte der Informatik zu haben (Bahr, 2024b) und erste Ergebnisse des Informatik-Fachwissens der IMP-Schüler:innen deuten an, dass viele Schüler:innen ein geringes Fachwissen haben (Bahr, 2024e).

Aus den empirischen Ergebnissen der eigenen Studien und dem Forschungsstand lassen sich somit nachfolgende Implikationen ableiten:

1. Informatikunterricht sollte geschlechtersensibler gestaltet sein.

Hier kann beispielsweise die Checkliste von Spieler (2017) ein Ansatzpunkt sein, um alle Schüler:innen zu erreichen. Weiterhin nennen die Lehrpersonen die Kommunikation mit den Schüler:innen und Eltern bei der Profulfachwahl als entscheidend, Informatik als attraktiv für alle zu präsentieren (kreativ, projektbasiert, mit realen Lebensweltbezug).

2. Interdisziplinärer Informatikunterricht sollte kontextorientiert erfolgen.

Über eine stärkere Kontextorientierung (z. B.: Nachhaltigkeit, Umwelt, Biologie, Making, Medizin) besteht die Möglichkeit den diversen (geschlechtsspezifischen) Interessenprofilen der Schüler:innen gerecht zu werden (Bahr & Zinn, 2023). IMP wurde primär von Schülern aufgrund ihrer Interessen gewählt. Um den Anteil an Schülerinnen in der Oberstufe zu erhöhen, sollten jedoch auch Kontexte gewählt werden, die in einem stärkeren Maße den Schülerinnen entsprechen (Elster, 2007; Happe et al., 2020). Gleichzeitig wäre die Nutzung erprobter Ansätze wie Informatik im Kontext (Diethelm et al., 2011) bei der Entwicklung von neuem Unterrichtsmaterial für interdisziplinäre Fächer sinnvoll. Außerdem sollten interdisziplinäre Fächer die Vernetzungsmöglichkeiten im Bildungsplan besser nutzen. Idealerweise enthält der Bildungsplan des interdisziplinären Fachs direkte Verweise bei prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen und das erprobte Material geht vertieft auf die Vernetzungsmöglichkeiten (z. B. nach Labudde (2014)).

3. Sollte Informatik als interdisziplinäres Fach angeboten werden, so benötigt es auch eine entsprechende Lehrpersonenbildung.

Durch die Integration von Themen wie Data Literacy (Grillenberger, 2019), KI (Ravi et al., 2024) und Physical Computing (Przybylla, 2018) werden vielfältige Anforderungen an die Qualifikationsprofile von Lehrpersonen gestellt. Da Qualifikationsprofile von Lehrpersonen mit der Behandlungsintensität zusammenhängen können (Mokhonko et al., 2014), erscheint es sinnvoll Lehrpersonen auf interdisziplinäre Fächer vorzubereiten (Zinn et al., 2018).

Ausblick

Nach der Einführung des einwöchigen Pflichtfachs Informatik in Klasse 7 und des Wahlpflichtfachs IMP soll in den nächsten Jahren das Pflichtfach „Informatik und Medienbildung“ von Klasse 5 bis 11 an allgemeinbildenden Gymnasien in Baden-Württemberg verpflichtend eingeführt werden. IMP wird eingestellt. Dafür soll in NwT, aufbauend auf den Kompetenzen in Informatik, Physical Computing ausgebaut werden, wodurch mittels Projektarbeit ein handlungsorientierter Bezug zur Informatik hergestellt werden soll. Der interdisziplinäre Informatikunterricht bleibt in Baden-Württemberg damit erhalten. Gleichzeitig gibt es in anderen Bundesländern (z. B. in Hessen mit dem Fach „Digitale Welt“ (Meinel et al., 2024)) und anderen Ländern (z. B. „Digitale Grundbildung“ in Österreich (Bocconi et al., 2022) oder CS+X-Fächer in den USA (Margulieux et al., 2024)) ebenfalls interdisziplinäre Ansätze. Entsprechend Margulieux et al. (2024) ist es hierfür ratsam, das Vorwissen der Schüler:innen in diesen Fächern nicht zu überschätzen. Gleichzeitig existiert wissenschaftlich erprobtes Unterrichtsmaterial zu verschiedenen Bereichen (Diethelm et al., 2011; Diethelm & Schaumburg, 2016; Przybylla, 2018; Ravi et al., 2024), dessen Einsatz in Anbetracht der Ergebnisse der Dissertation sinnvoll erscheint. Denn das primäre Ziel des interdisziplinären Informatikunterrichts sollte es sein, die Breite und Vielfalt der Informatik darzustellen, allgemeinbildende Problemlösefähigkeiten zu fördern und mehr Schüler:innen für Informatik zu begeistern.

Quellen

- Bahr, T. (2024a). Das interdisziplinäre Profulfach Informatik, Mathematik, Physik (IMP) – Eine explorative Forschungsstudie zur unterrichtsfachlichen Umsetzung, den Lehrenden und Lernenden des Profulfachs. Dissertation. <http://elib.uni-stuttgart.de/handle/11682/15536>
- Bahr, T. & Zinn, B. (2023). Gender Differences in the New Interdisciplinary Subject Informatik, Mathematik, Physik (IMP)—Sticking with STEM? *Educ. Sci.* 13 (5), S. 478. <https://doi.org/10.3390/educsci13050478>
- Bahr, Tobias (2024b). Interdisziplinärer Informatikunterricht – zwischen Chance und Herausforderung. *Journal of Technical Education (JOTED)*. <http://dx.doi.org/10.18419/opus-15235>
- Bahr, T., Brändle, M. & Zinn, B. (2024). STEM Career Choices for K–12 Students and the Influencing Factors—A Comparison of Students in Different Support Programs. *Journal for STEM Educ Res.* <https://doi.org/10.1007/s41979-024-00129-w>
- Bahr, T. (2024c). Where is the Interdisciplinary? Insights of Interdisciplinary STEM Students! Proceedings of 2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Kos, Greece. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578648>
- Bahr, T. (2024d). An Analysis of Gender Differences of Interdisciplinary STEM Students' Interest, Motivation, Self-Concept and Vocational Orientations. 2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Kos, Greece. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578573>
- Bahr, T. (2024e). Piloting of a Computer Science Content Knowledge Test for 10th Grade Students. 2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Kos, Greece. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578675>
- 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, 39, (1). Bergmann + Helbig, Hamburg
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, K., Horvath, M., Jasutė, M., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V., Stupurienė, G. (2022). Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education: State of Play and Practices from Computing Education. Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-76-47208-7
- Crick, T. (2017). Computing education: An overview of research in the field. London: Royal Society. <http://cronfa.swan.ac.uk/Record/cronfa43589> (zuletzt geprüft 21.01.2025)
- Diethelm, I., Koubek, J. & Witten, H. (2011). Inik—Informatik im Kontext: Entwicklungen, Merkmale und Perspektiven. *LOG IN*, 31(2), 97–104
- Diethelm, I., Schaumburg, M. (2016). IT2School – Development of Teaching Materials for CS Through Design Thinking. Brodник, A., Tort, F. (eds) *Informatics in Schools: Improvement of Informatics*

- Knowledge and Perception. ISSEP 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9973. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46747-4_16
- Dittert, N., Daeglau, M., Pancratz, N. & Diethelm, I. (2023). Breaking Gender Barriers in Computer Science: Exploring the Impact of Digital Fabrication Workshops in Smart Environments. 16th International Conference on Informatics in Schools, ISSEP 2023, Local Proceedings (ISSEP2023), Lausanne, Switzerland. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8431891>
- Eisenmann, M. (2018). Vertiefung Algorithmen. Unterrichtsgang mit Hintergrundinformationen. Lehrerfortbildung Baden-Württemberg. (Hrsg.) Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (ZSL), Stuttgart. https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/imp/gym/bp2016/fb1/2_i2_alg/1_hintergrund/2_verlauf/01_alg_unterricht_hintergrund.pdf (zuletzt geprüft 01.08.2024)
- Elster, D. (2007). In welchen Kontexten sind naturwissenschaftliche Inhalte für Jugendliche interessant. Plus Lucis.
- Freischlad, S. (2010). Entwicklung und Erprobung des Didaktischen Systems Internetworking im Informatikunterricht (Vol. 3). Universitätsverlag Potsdam. <http://pub.ub.uni-potsdam.de/volltexte/2010/4185>
- Gallenbacher, J. (2017). Abenteuer Informatik. IT zum Anfassen für alle von 9 bis 99 – vom Navi bis Social Media. Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63739-5>
- Gesellschaft für Informatik e. V. [GI] (2008). Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. LOG IN 28 (150/151). https://informatikstandards.de/fileadmin/GI/Projekte/Informatikstandards/Dokumente/bildungsstandards_2008.pdf (zuletzt geprüft 01.08.2024)
- Grillenberger, A. (2019). Von Datenmanagement zu Data Literacy: Informatikdidaktische Aufarbeitung des Gegenstandsbereichs Daten für den allgemeinbildenden Schulunterricht. Dissertation, Freie Universität Berlin
- Grillenberger, M. (2023). Why and How to Teach Physical Computing: Research and Practice in Computer Science Education at Secondary Schools. Keane, T., Fluck, A.E. (eds) Teaching Coding in K-12 Schools. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21970-2_15
- Große-Bölting, G., Gerstenberger, D., Gildehaus, L., Mühling, A. & Schulte, C. (2021). Identity in K-12 Computer Education Research: A Systematic Literature Review. ICER 2021, Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research (S. 169–183). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3446871.3469757>
- Happe, L., Buhnova, B., Koziolok, A. & Wagner, I. (2020). Effective measures to foster girls' interest in secondary computer science education. Education and Information Technologies, 26(3), 2811–2829. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10379-x>
- Häsing, P. (2009). Fächerübergreifender Unterricht in der gymnasialen Oberstufe aus Sicht der Lehrenden. Eine qualitative Studie. <https://doi.org/10.25656/01:3340>
- Haselmeier, K., Humbert, L., Killich, K. & Müller, D. (2019). Interesse an Informatik und Informatikselbstkonzept zu Beginn der Sekundarstufe I des Gymnasiums. In A. Pasternak (Hrsg.), Informatik für alle (S. 99–108). Gesellschaft für Informatik. <https://doi.org/10.18420/infos2019-b6>
- Hellmig, L., Schieckoff, B., Schwarz, R., Süßenbach, F. (2023). INFORMATIK-MONITOR 2023/24. (Hrsg.) Gesellschaft für Informatik e. V., Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V., Berlin. https://informatik-monitor.de/fileadmin/GI/Projekte/Informatik-Monitor/Informatik-Monitor_2023-24/PDF-Versionen/Informatik-Monitor_2023-24_Final.pdf (zuletzt geprüft 01.08.2024)
- Jochum, H., Becker, K., Zimnol, M., Jonietz, D., Schneider, O., & Froitzheim, M. (2017). Ein Durchgang durch das Grundfach Informatik (nur) mit dem elektronischen Schulbuch inf-schule.de. Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt. PISSN: 1617-5468. ISBN: 978-3-88579-668-8. pp. 345-347, Oldenburg
- K-12 Computer Science Framework Steering Committee (2016). K-12 computer science framework. ACM. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3079760> (zuletzt geprüft 21.01.2025)
- Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V. (2023). Mädchen und Frauen in die Informatik: Aktivierungspotenziale und Erfolgsfaktoren Handlungsempfehlungen Bildung. https://www.kompetenzz.de/statische_inhalte/Handlungsempfehlungen_Bildung.pdf (zuletzt geprüft 01.08.2024)
- 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>
- Lee, S., Kim, Y., Jeong, S. & Park, S. (2023). Teaching Quantum Computing at a Middle School. 16th International Conference on Informatics in Schools, ISSEP 2023, Local Proceedings (ISSEP2023),

Lausanne, Switzerland. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8432008>

Margulieux, L. E., Liao, Y. C., Anderson, E., Parker, M. C., & Calandra, B. D. (2024). Intent and Extent: Computer Science Concepts and Practices in Integrated Computing. *ACM Trans. Comput. Educ.* <https://doi.org/10.1145/3664825>

Meinel, C., Galbas, M., Dengel, A., & Wendlandt, M. (2024). Konzeption eines integrativen Schulfaches „Digitale Welt“ für hessische Schulen (Nr. 160). <https://doi.org/10.25932/publishup-63911>

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg [MKJS] (2018a). Bildungsplan Aufbaukurs Informatik. https://bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_SEK1_INF7.pdf (zuletzt geprüft: 01.08.2024)

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg [MKJS] (2018b). Bildungsplan zum Profulfach Informatik, Mathematik, Physik (IMP). http://bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GYM_IMP.pdf (zuletzt geprüft: 01.08.2024)

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)*, 2 (1). <https://doi.org/10.48513/joted.v2i1.28>

OECD (2019a). An OECD Learning Framework 2030. In: Bast, G., Carayannis, E.G., Campbell, D.F.J. (eds) *The Future of Education and Labor. Arts, Research, Innovation and Society*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26068-2_3

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2019b), PISA 2018 Ergebnisse (Band I). Was Schülerinnen und Schüler wissen und können, PISA, wbv Media, Bielefeld, <https://doi.org/10.1787/1da50379-de>

Przybylla, M. (2018). From embedded systems to physical computing: Challenges of the “digital world” in secondary computer science education. Doctoral dissertation, Universität Potsdam.

Ravi, P., Parks, R., Masla, J., Abelson, H., & Breazeal, C. (2024). "Data comes from the real world": A constructionist approach to mainstreaming K12 data science education. *Proceedings of the 2024 ACM Virtual Global Computing Education Conference V. 1 (SIGCSE Virtual 2024)*, 271–274. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3649165.3703623>

Spieler, B. (2017). Checkliste: Empfehlungen für einen gendersensiblen Informatikunterricht. https://bernadette-spieler.de/wp-content/uploads/2017/02/Checkliste_BSpieler.pdf (zuletzt geprüft 01.08.2024)

Spieler, B. (2023). Empfehlungen für gendersensible MINT-Angebote für Schülerinnen am Beispiel der Schweiz. Jeanrenaud, Y. (eds) *Teaching Gender in MINT in der Pandemie*. Edition Fachdidaktiken. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-43375-8_5

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>

Stübiger, 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>

Vegas, E., Hansen, M. & Fowler, B. (2021). BUILDING SKILLS FOR LIFE: How to expand and improve computer science education around the world. Brookings. <https://www.brookings.edu/articles/building-skills-for-life-how-to-expand-and-improve-computer-science-education-around-the-world/> (zuletzt geprüft 01.08.2024)

Welker, H. (2020). Numerische Verfahren der Mechanik. Lehrerfortbildung Baden-Württemberg. (Hrsg.) Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (ZSL), Stuttgart. https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/imp/gym/bp2016/fb3/p02_nvm/1_hintergrund/2_verlauf/00_nvm_unterrichtsgang.pdf (zuletzt geprüft 01.08.2024)

Zinn, B., Tenberg, R., Pittich, D. (2018). Technikdidaktik. Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme. Franz Steiner Verlag. <https://doi.org/10.25162/9783515119429>

Zinn, B., Tenberg, R., Pittich, D. (2018). Technikdidaktik. Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme. Franz Steiner Verlag. <https://doi.org/10.25162/9783515119429>

Lizenz



Dieser Artikel steht unter der Lizenz CC BY NC 4.0 zur Verfügung.

Kontakt

Tobias Bahr

Universität Stuttgart
Institut für Erziehungswissenschaft
Abteilung Berufspädagogik Schwerpunkt
Technikdidaktik (BPT)

bahr@ife.uni-stuttgart.de