

Bergner, Nadine; Humbert, Ludger; Schmitz, Denise; Fricke, Martin

Informatik kommt in die Grundschule

Grey, Jan [Hrsg.]; Schmitz, Denise [Hrsg.]; Gryl, Inga [Hrsg.]; Best, Alexander [Hrsg.]; Kuckuck, Miriam [Hrsg.]; Humbert, Ludger [Hrsg.]: *Informatische Bildung in der Grundschule. Befunde, Diskussionen, Erfahrungen.* Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 231-249



Quellenangabe/ Reference:

Bergner, Nadine; Humbert, Ludger; Schmitz, Denise; Fricke, Martin: Informatik kommt in die Grundschule - In: Grey, Jan [Hrsg.]; Schmitz, Denise [Hrsg.]; Gryl, Inga [Hrsg.]; Best, Alexander [Hrsg.]; Kuckuck, Miriam [Hrsg.]; Humbert, Ludger [Hrsg.]: *Informatische Bildung in der Grundschule. Befunde, Diskussionen, Erfahrungen.* Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 231-249 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-348035 - DOI: 10.25656/01:34803; 10.35468/6203-16

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-348035>

<https://doi.org/10.25656/01:34803>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. diesen Inhalt nicht bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise verändern.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to alter or transform this work or its contents at all.

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



Kontakt / Contact:

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

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Nadine Bergner, Martin Fricke, Ludger Humbert und
Denise Schmitz

Informatik kommt in die Grundschule

Abstract

Im Zusammenhang mit der sich konkretisierenden Idee, dass Informatik auch in der Grundschule einen Lernort benötigt, wurde im Bundesland Nordrhein-Westfalen durch das Ministerium für Schule und Bildung das Projekt *Informatik an Grundschulen* (laG) mit der Laufzeit 2015 bis 2019 aufgesetzt.

Die Umsetzung erfolgte durch die Kooperation der RWTH Aachen, der Universität Paderborn und der Bergischen Universität Wuppertal unter Beteiligung des Heinz Nixdorf MuseumsForums in Paderborn. An jedem universitären Standort arbeitete die Fachdidaktik Informatik mit zwei Grundschullehrkräften zusammen, die jeweils für dieses Projekt eine Beauftragung im Umfang einer halben Stelle erhielten. Als Ergebnis wurden drei unabhängig voneinander umsetzbare Informatikmodule zu ausgewählten Gegenständen entwickelt sowie unterrichtspraktisch erprobt. Die Umsetzung konnte erfolgreich evaluiert werden. Der Einsatz im Unterricht erfolgte nach der Durchführung von Lehrkräftefortbildungen, die projekt- und modulspezifisch gestaltet wurden. Die zunächst entwickelten Module standen unter der Maßgabe, dass den Schulen keine Informatiksysteme zur Verfügung stehen. Im Nachgang wurden Erweiterungen entwickelt, die auch den Einsatz von Informatiksystemen ermöglichen.

1 Genese

Ansätze zum Einbezug informatischer Kompetenzen in der Grundschule stehen seit langer Zeit auf der Agenda. Beginnend mit Forderungen nach dem Hauptfach Informatik von Naur (1966) und den dokumentierten Einzelerfahrungen (Mitzlaff 1996) verging einige Zeit bis zur Einführung des alleinstehenden Fachs *Computing* in England ab der ersten Klasse der Grundschule (Berry 2018) sowie der Etablierung des Schulfachs *Medien und Informatik* ab der ersten Klasse der Grundschule in der Schweiz (EDK 2015).

In der Bundesrepublik reifte ab 2013 zunehmend auf der politischen Ebene die Erkenntnis, dass informatische Bildung auch in der Grundschule einen Lernort benötigt. Ab diesem Zeitpunkt können verstärkt und unabhängig voneinander Aktivitäten beobachtet werden, die sich der Konkretisierung und der Erprobung von Elementen der Informatik in der Grundschule widmen. Be-

mühungen zur Entwicklung informatischer Kompetenzen bei Schüler:innen berücksichtigen dabei die etablierte Fachstruktur – also beispielsweise den Sachunterricht (z.B. in Nordrhein-Westfalen und Bremen), aber auch Fächer wie Werken oder Technik (z.B. in Sachsen und Schleswig-Holstein) (Nenner & Bergner 2022).

Dem 2015 gestarteten Modellvorhaben *Informatik an Grundschulen* (laG) im Bundesland Nordrhein-Westfalen fällt hier eine besondere Rolle zu, da drei verschiedene Informatikdidaktikgruppen mit dem Schulministerium, den Bezirksregierungen und konkreten Schulen konstruktiv zusammenarbeiteten und so nicht nur Ideen kreierten, die prototypisch erprobt wurden, sondern ein Gesamtkonzept entwickelten, das erprobt und evaluiert werden konnte.

Der erste wesentliche Unterschied zu anderen Aktivitäten bestand darin, dass hier erstmalig die Informatikdidaktik und die Bildungsadministration vom Schulministerium bis zur konkreten Ebene des Unterrichts landesweit konzeptionell und operativ zusammenarbeitete. Strukturell konnte so eine Kette von den Erkenntnissen auf fachdidaktischer Basis und Vorbereitung über die begleitenden Qualifikationselemente und die iterative Materialentwicklung bis in den konkreten Unterricht realisiert werden. Die schulpraktischen und umsetzungsbezogenen Elemente wurden von Grundschullehrkräften realisiert. Der zweite Unterschied bestand darin, dass in dem Modellvorhaben durch das Ministerium explizit die Nutzung von Informatiksystemen ausgeschlossen wurde. Als Seiteneffekt der kooperativen Arbeitsweise wurden von Beteiligten an dem Modellvorhaben Aktivitäten entfaltet, die als Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) für den Primarbereich verabschiedet werden konnten (2019).

Die entwickelten Unterrichtskonzepte, Materialien und notwendigen fachlichen und fachdidaktischen Begleitelemente zur Vorbereitung der Lehrkräfte wurden sorgfältig und nach Abstimmung der beteiligten Institutionen unter einer freien Lizenz veröffentlicht. Sie trugen dazu bei, dass curriculare Erweiterungen bzgl. der zu entwickelnden Kompetenzen in der Grundschule in Nordrhein-Westfalen eingeführt wurden (Mathematik und Sachunterricht). Als weiterer Nebeneffekt wurde der „Medienkompetenzrahmen“ um die Dimension *Modellieren* erweitert.

Darüber hinaus wurden die entwickelten Konzepte als Grundlage zur Entwicklung und Dissimination der Ergebnisse für die Lehrkräftebildung in der ersten Phase durch Grundschullehrkräfte realisiert. Konkrete Studienelemente verfügbar gemacht. Durch die Aufnahme in die Praxissemestervorbereitungs- und -begleitseminare kann eine Verstetigung der Entwicklung der informatischen Kompetenzen, die Schülerinnen in der Grundschule entwickeln, erreicht werden.

2 Informatikdidaktische Entscheidungen

Im Folgenden werden zuerst die Rahmenbedingungen des Projekts laG näher erläutert, bevor die thematischen Schwerpunkte wie auch das Gesamtkonzept erläutert werden. Dieser Abschnitt endet mit der Präsentation der angestrebten Kompetenzen der teilnehmenden Grundschulkinder (und damit indirekt auch deren Lehrkräften).

2.1 Bildungspolitische und organisatorische Rahmenbedingungen

Projektpartner des Projekts laG, das im Zeitraum 8/2015 bis 7/2018 vom *Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen* (MSB NRW) gefördert wurde, waren die RWTH Aachen, die Universität Paderborn und die Bergische Universität Wuppertal. Ferner war das *Heinz Nixdorf MuseumsForum* in Paderborn als außerschulischer Lernort beteiligt. An den universitären Standorten arbeiten jeweils Teams aus wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen und Grundschullehrkräften bei der Modulentwicklung zusammen.

Hierzu gehörten die Entwicklung von Lehr-Lern-Materialien, didaktischen Begleitmaterialien für die Grundschullehrkräfte sowie Konzepte und Materialien für die Fortbildungen. Die entwickelten Materialien wurden vom *Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW* unter CC-BY-NC-SA veröffentlicht (MSB NRW 2023). Eine ausführliche Beschreibung wurde von Magenheimer u. a. (2018) veröffentlicht.

Konkretes Ziel des dreijährigen Projekts war es, Unterrichtskonzepte zur informatischen Bildung an Grundschulen zu entwickeln, diese im Rahmen des Sachunterrichts an Kooperationsschulen zu erproben und iterativ zu verbessern sowie inhaltlich korrespondierende Lehrkräftefortbildungen zu entwickeln und durchzuführen. Diese mehrtägigen Fortbildungen wurden mit ca. 30 Grundschullehrkräften (jeweils 10 pro Standort) durchgeführt und evaluiert, hierbei wurden die notwendigen fachlichen wie fachdidaktischen Grundlagen bereitgestellt, so dass in mehreren Iterationen sowohl Materialien für die Hand der Schüler:innen als auch jeweils eine modulbezogene Handreichung für Lehrkräfte erarbeitet, überarbeitet und erprobt wurden.

Im Zusammenhang mit der Entwicklung wurde deutlich, dass es einer fachlich-begrifflichen und einer fachdidaktischen Basis bedarf, damit die Umsetzung einen gemeinsamen Horizont aufspannt und so eine gewisse Kohärenz erzielt wird. Dazu wurden auf Alltagsszenarien der Schüler:innen (und Lehrkräfte) beruhende Phänomene auf eine informatische Weise interpretiert (Humbert & Puhlmann 2004). Hierbei kam es zur Verzahnung von informatikdidaktischen Prinzipien und grundschulpädagogischen bzw. sachunterrichtsdidaktischen Arbeitsweisen der Orientierung an der Lebenswirklichkeit.

In einer einjährigen Verlängerung des Projekts (8/2018 bis 7/2019) wurden zwei der drei vorhandenen Module methodisch erweitert, so dass diese auch Elemente zum Einsatz von Informatiksystemen beinhalten (siehe Abschnitt 3). Die Erkenntnisse aus dem Projekt IaG dienten darüber hinaus als Grundlage für die Entwicklung von Vorschlägen für eine langfristige Integration informatischer Bildung in den Primarbereich (siehe Abschnitt 4).

2.2 Thematische Schwerpunkte

Inhaltlich macht das Projekt IaG Schüler:innen der dritten sowie vierten Jahrgangsstufen Facetten der Informatik begreifbar und unterstützt sie dabei, ein Verständnis für Informatiksysteme und die Bedeutung von Informatik im Alltag zu entwickeln. Dabei liegt der Fokus nicht auf Nutzungskompetenzen von Informatiksystemen, sondern auf den informatischen Grundkonzepten, wie zum Beispiel der Darstellung von Information, der Verschlüsselung von Daten oder dem Verstehen und Entwickeln von Algorithmen. Es wurden drei Module jeweils von einem der federführenden universitären Projektpartner entwickelt. Jedes der Module beleuchtet einen relevanten inhaltlich-methodischen Schwerpunkt der Informatik, mit einem Bezug zur Alltagswelt der Schüler:innen:

- *Digitale Welt* (Umgang mit Information; Repräsentation, Verarbeitung und Übertragung von Daten) – RWTH Aachen (M₁)
- *Ich habe ein Geheimnis!* (Kryptologie, Einblicke in die Konzepte der Codierung, Verschlüsselung und Entschlüsselung) – Bergische Universität Wuppertal (M₂)
- *Wie funktioniert ein Roboter?* (Erste Schritte zum Algorithmen-Begriff und zur Programmierung) – Universität Paderborn (M₃)

Die universitären Standorte haben mithilfe der mitarbeitenden Grundschullehrkräfte unter Berücksichtigung fachdidaktischer, methodischer und allgemeinpädagogischer Grundsätze gemeinsam das Konzept und die Materialien für die Hand der Lehrkräfte und Schüler:innen entwickelt. Die Grundschullehrkräfte haben in mehreren Erprobungsschleifen, auch standortübergreifend, die Materialien aller Module ausprobiert und Überarbeitungsbedarfe herausgearbeitet, um die drei Module in ihrer Qualität zu verbessern. Für die Umsetzung der Module in der Schule wird jeweils ein zeitlicher Rahmen von ca. 6 bis 8 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.

2.3 Didaktisch-methodisches Konzept

Die didaktisch-methodische Ausgestaltung der Module folgt dem Prinzip des *entdeckenden Lernens*. Dabei kommt dem *Explorieren* sowie dem *Ausprobieren* und dem *Gestalten* im Unterricht die Funktion zu, ein fachlich bedeutsames Informatikkonzept über die enaktive Ebene allen Schüler:innen zugänglich zu

machen. Kreative Gestaltungselemente und problemorientierte Lernsettings unterstützen diesen handlungsorientierten Ansatz ohne den Einsatz von Informatiksystemen.

Die Module sind unabhängig voneinander gestaltet, so dass die unterrichtliche Umsetzung in beliebiger Reihenfolge und unabhängig von der technischen Ausstattung der Schulen erfolgen kann. Ferner soll eine evtl. unterschiedlich ausgeprägte Technikaffinität der Kinder möglichst wenig Einfluss auf den Lernerfolg haben.

2.4 Angestrebte Kompetenzen

Für den Primarbereich müssen die von den Schüler:innen zu erwerbenden Kompetenzen so gestaltet sein, dass die adressierten informatischen Gegenstände und Fachmethoden konkrete Bezüge zu ihrer Lebenswelt aufweisen und mit dem altersgemäßen kognitiven bzw. Abstraktionsniveau übereinstimmen. Entsprechend der „Empfehlung für Bildungsstandards für den Primarbereich“ der GI (2019) beziehen sich die Kompetenzerwartungen in den drei Modulen auf beobachtbares Handeln von Schüler:innen (Prozesse), das sich in einem informatischen Handlungskontext (Inhalte) konkretisiert.

Eine Übersicht zu den in den drei Modulen schwerpunktmäßig adressierten Kompetenzbereichen liefert die Abbildung 1. Ferner werden auch überfachliche Ziele angestrebt, wie Motivierung und Interesse wecken an Informatik, Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit sowie Selbstwirksamkeit in technisch-informatisch geprägten Handlungskontexten.

Inhalte	Prozesse				
	1. Modellieren und Implementieren	2. Begründen und Bewerten	3. Strukturieren und Vernetzen	4. Kommunizieren und Kooperieren	5. Darstellen und Interpretieren
1. Information und Daten	✓ M_3	✓ $M_{1,3}$		✓ M_1	
2. Algorithmen	✓ $M_{2,3}$	✓ M_2		✓ $M_{1,2,3}$	
3. Sprachen und Automaten			✓ M_3		
4. Informatiksysteme	✓ M_1		✓ M_1		
5. Informatik, Mensch und Gesellschaft		✓ M_2		✓ M_2	

Abb. 1: Schwerpunkte der in den Modulen (M_n) vom Projekt IaG adressierten Kompetenzen zu den Inhalts- und Prozessbereichen der GI (Magenheim u.a. 2018)

3 Umsetzung in Form von Modulen

Im Folgenden werden die drei im Rahmen des Projekts IaG entwickelten Module *Digitale Welt*, *Kryptologie* und *Robotik* kurz dargestellt. Für einen tiefergehenden Einblick siehe Magenheimer u.a. (2018) und für die konkreten Materialien <https://iag.nrw.de> (MSB NRW 2023). Die Materialien stehen unter CC-BY-NC-SA Lizenz.

3.1 Modul *Digitale Welt*

Modulbeschreibung und Kompetenzen

Ziel des Moduls ist es, Grundschullehrkräfte in die Lage zu versetzen, gemeinsam mit ihren Schüler:innen unsere von Informatiksystemen durchdrungene Welt zu erkunden und deren Funktionsprinzipien zu verstehen. Die Materialentwicklung wie auch die Fortbildungen fanden an der RWTH Aachen in Kooperation mit dem Schülerlabor *InfoSphere* (<https://schuelerlabor.informatik.rwth-aachen.de/>) statt. Im Modul *Digitale Welt* soll der Umgang mit Daten grundlegend verstanden werden. In den Unterrichtseinheiten werden typische Alltagsfragen von Kindern, wie beispielsweise „Wie kann ein Computer viele Tausend Fotos speichern?“ oder „Wie passt ein Video durchs Kabel?“ beantwortet. Abstrakte Informatikkonzepte (wie die Digitalisierung von Daten) werden durch Hands-On-Materialien (z. B. an- und ausgeschaltete Glühbirnen) verdeutlicht und dadurch für die Kinder erlebbar. Als Grundlage der digitalen Datenspeicherung und -übertragung bildet die Binärdarstellung von digitalen Daten das verbindende Element dieses Moduls.

Im Verlauf des Moduls *Digitale Welt* erwerben die Kinder folgende Kompetenzen: Sie...

- beschreiben ihren persönlichen Umgang mit Informatiksystemen,
- erläutern das Prinzip der Dateneingabe und der Datenübertragung,
- begründen die Einschränkung auf die Zustände Strom an und Strom aus,
- erklären, wie Information in digitale Daten umgewandelt werden kann,
- führen die Umwandlung von Dezimalzahlen und Buchstaben in Binärzahlen wie auch in umgekehrter Richtung durch und
- erläutern die Notwendigkeit von Fehlererkennungsmechanismen bei der Datenübertragung.

Ziel ist, dass die Kinder ein grundlegendes Verständnis für die Funktionsweise von Informatiksystemen und deren Vernetzung aufbauen.

In den Fortbildungen lernen die Grundschullehrkräfte über die Unterrichtsinhalte hinaus weitere Aspekte der Datenübertragung (wie z. B. den Zweck und Aufbau von IP-Adressen) kennen und erkunden Umsetzungen der vermittelten Konzepte mit Informatiksystemen, wie z. B. Datenübertragungen mit

den Übertragungsarten simplex (Nutzung einer Computer-Maus), halbduplex (Gegensprechanlage) oder duplex (Telefonat).

Umsetzung

Die Unterrichtsreihe ist für eine Einführungsstunde und drei weitere Einheiten (à 90 Minuten) ausgelegt. Dabei wird ein Alltagsbezug über QR-Codes hergestellt, welche den Kindern häufig im privaten Bereich begegnen. Im Fokus stehen die Binärdarstellung und die Übertragung von Daten, wodurch die Kinder die grundlegende Arbeitsweise eines vernetzten Informatiksystems kennenlernen.

— Unterrichtseinheit 0: Einführung

Die Einheit beginnt damit, dass die Lehrperson mit einer App einen QR-Code ausliest. Ausgehend davon erstellen die Kinder eine Mindmap zu ihren Vorerfahrungen, Vorkenntnissen und Fragen zum Thema Informatik. Anschließend betrachten die Kinder den QR-Code genauer. Dafür wird er mit einem Raster unterlegt, so dass sichtbar wird, dass der Code aus schwarzen und weißen Quadraten besteht. Zum Schluss der Stunde dürfen die Kinder vorbereitete QR-Codes schwärzen und deren Daten von der Lehrperson auslesen lassen. Die binäre Darstellung ist die Grundlage für alle weiteren Unterrichtseinheiten.

— Unterrichtseinheit 1: Binärdarstellung

Den Kindern wird verdeutlicht, dass die Darstellung von Ziffern als QR-Code sehr aufwendig ist, wodurch die Struktur der Binärzahlen motiviert wird. Die Kinder lernen: Um eine Dezimalzahl mit zwei Zuständen darstellen zu können, braucht man zwei Zustände (Strom an/Strom aus) und eine Struktur (Reihenfolge). Als Sicherung kann die Lehrkraft mit den Kindern ein *Binärbingo* spielen: Auf einem 3x3 Feld werden die Bingozahlen (0 bis 15) mit Hilfe von laminierten gemischten Bildkarten zufällig gezogen (MSB NRW 2019, 61).

— Unterrichtseinheit 2: Datenübertragung

Als Einstieg dient eine CodeTabelle mit fünfstelligen Binärzahlen, die alle Buchstaben im Alphabet und das Leerzeichen darstellt. Die Kinder werden aufgefordert, mittels Karten mit einer an- bzw. auf der Rückseite ausgeschalteten Glühbirne, Buchstaben zu codieren. Hierbei geschieht der Transfer von Strom an/aus zu 0/1. Im weiteren Verlauf der Stunde codieren die Kinder selbst Textbotschaften, verschicken diese und decodieren erhaltene Botschaften. Dazu bekommen sie einen „Papierlaptop“ (siehe Abb. 4). Um die Datenübertragung zu simulieren, versenden die Kinder die binärcodierten Botschaften. Zum Abschluss der Stunde werden mögliche Probleme (z. B. Fehler in der Codierung) besprochen und auf reale Systeme (z. B. Videostreaming) übertragen.



Abb. 4: Papierlaptop (eigene Darstellung mit Material von MSB NRW 2023)

— Unterrichtseinheit 3: Fehlererkennung

Die letzte Unterrichtseinheit greift die Probleme bei der Datenübertragung auf und befasst sich mit möglichen Übertragungsfehlern. Die Relevanz des Problems wird den Kindern durch Übertragung auf eine Maschinen- oder Robotersteuerung vermittelt. Die Funktion eines Prüfbits wird mit den Kindern erarbeitet. Anschließend schicken die Kinder einen Roboter mittels Programmierbefehlen durch ein Labyrinth und finden dabei heraus, wo Übertragungsfehler aufgetreten sind. Abschließend erstellen sie eigene Labyrinthe und schreiben ein kleines Programm.

Über diese vier Einheiten erkunden Grundschulkinder mit hohem Aktivitätsanteil die grundlegende Funktionsweise vernetzter Informatiksysteme hinsichtlich Datenspeicherung, -übertragung und Fehlererkennung.

3.2 Modul Kryptologie – Ich habe ein Geheimnis!

Modulbeschreibung und Kompetenzen

Das Modul beschäftigt sich mit den Themenfeldern Steganographie, Codierung sowie Ver- und Entschlüsselung. Dabei werden die GI-Inhaltsbereiche *Information und Daten* und *Algorithmen* adressiert. Folgende Kompetenzen können im Rahmen der Beschäftigung mit dem Modul von Lernenden erworben werden. Die Schüler:innen ...

- beschreiben ihren persönlichen Umgang mit (vernetzten) Informatiksystemen,
- beschreiben Analogien sowie Unterschiede zwischen der realen und der digitalen Welt,
- erläutern gegebene Algorithmen,
- führen Algorithmen schrittweise aus,
- analysieren und entwerfen Algorithmen zur Verschlüsselung von Nachrichten (Daten),
- „knacken“ verschlüsselte Nachrichten mit Hilfe eines bekannten Verfahrens und
- erarbeiten und nutzen eine Methode zur systematischen Entschlüsselung von verschlüsselten Nachrichten (Daten).

Im Rahmen der Fortbildung zum Modul erprobten und bewerteten die Lehrkräfte verschiedene kryptologische Verfahren. Anschließend wurden methodisch-didaktische Entscheidungen zur Aufbereitung der Materialien im eigenen Unterricht getroffen.

Umsetzung

Das Modul folgt den Prinzipien des entdeckenden und problemlösenden Lernens. Die Schüler:innen erleben die einzelnen Unterrichtseinheiten in Form von Storytelling durch die Protagonist:innen Alice und Bob sowie deren Antagonistin Eve per Brief mit ergänzenden Hinweisen und Materialien.

— Unterrichtseinheit 0: Einführung

Dem Modul vorangestellt ist eine beispielhafte Einstiegsstunde zu Informatik in der Lebenswirklichkeit: In einem „imaginären“ Rundgang durch den Supermarkt entdecken die Schüler:innen informatische Phänomene, z.B. an der Supermarktkasse (Warteschlange, Barcodes auf Artikeln, Kasse als Informatiksystem, ...).

— Unterrichtseinheit 1: Steganographie *Verbergen von Nachrichten*

Anhand von eigenen Ideen und alltagsnahen Beispielen lernen die Schüler:innen exemplarisch das Verfahren des Verbergens kennen und erproben es handlungsorientiert. Dafür nutzen sie z.B. Geheimstifte, deren Text zunächst unsichtbar ist. Ihnen werden außerdem historische Beispiele wie u.a. die Wachstafel aufgezeigt, auf der ein geheimer Text unter der Wachsschicht verborgen werden kann. Anschließend bewerten sie die Verfahren in unterschiedlichen Ausprägungen.

— Unterrichtseinheit 2: Codierung *Der Freimaurercode (sowie optional Codes sind überall)*

Die Schüler:innen lernen ein Codierungsverfahren anhand eines kodierten Textes und einer Code-Tabelle kennen, sie dekodieren und kodieren Nach-

richten und bewerten das Verfahren in Abgrenzung zur Steganographie. Sie nutzen Fachsprache zur Beschreibung einer Handlungsanweisung für die Nutzung einer Codierung.

— Unterrichtseinheit 3: Transposition *Die Skytale*

Die Schüler:innen versuchen per Brute-Force eine mit Hilfe einer Skytale (siehe Abb. 5) verschlüsselten Nachricht zu knacken. Dafür probieren sie alle möglichen Schlüssel bzw. in diesem Fall verschieden dicke Skytalen aus, bis die richtige Skytale gefunden wird. Sie nutzen hierzu Rundhölzer und Papierstreifen. Sie verschlüsseln anschließend eigene Texte und versuchen solche zu entschlüsseln. Sie bewerten das Verschlüsselungsverfahren und beschreiben sprachlich einen entsprechenden Algorithmus.

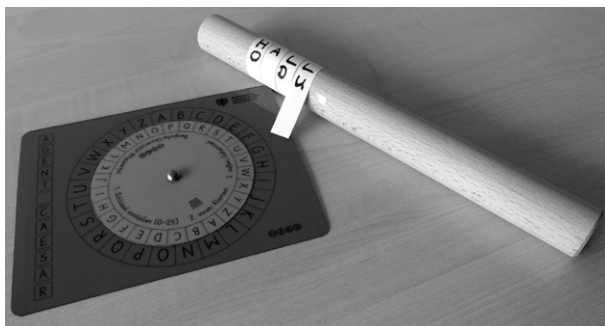


Abb. 5: Beispiel einer Caesar-Scheibe (l.) und einer Skytale (r.) (eigene Darstellung mit Material von MSB NRW 2023)

— Unterrichtseinheit 4: Substitution

Caesar Verschlüsselung mit Code-Scheibe

Die Schüler:innen lernen mithilfe einer Caesar-Code-Scheibe (siehe Abb. 5) ein weiteres Verschlüsselungsverfahren kennen, ent- und verschlüsseln Nachrichten, beschreiben ihr Handeln und bewerten die Komplexität und Sicherheit des Verfahrens.

— Unterrichtseinheit 5: Informatik in der Lebenswirklichkeit

Verschlüsselung im Alltag

Die Schüler:innen betrachten alltägliche Situation in der Kommunikation von und mit Informatiksystemen und diskutieren die möglicherweise eingesetzten Verschlüsselungsverfahren, z. B. bei Messenger-Kommunikation oder Online-Shopping.

Methodische Erweiterung: Caesar-Verschlüsselung knacken

Im Nachgang der Projektlaufzeit wurde für das Modul *Kryptologie* ein Erweiterungsmodul entwickelt, wodurch eine Integration von Informatiksystemen realisiert wurde. Dabei kann eines von drei Teilmodulen gewählt werden. Die Schüler:innen bekommen einen Brief vom Protagonisten Bob mit einer durch das Caesar-Verfahren verschlüsselten Nachricht ohne einen dazugehörigen Schlüssel. Nun sollen sie die Nachricht knacken. Dies können sie anhand der bekannten Unterschrift „Bob“. Die Teilmodule sind so ausgelegt, dass sie sich konkret auf das Knacken des Schlüssels und nicht dem darauffolgenden Entschlüsseln beziehen, da dieses bereits in den vorherigen Stunden eingeübt wurde.

- *Teilmodul 1 – ohne Informatiksystem:* Die Schüler:innen ermitteln mithilfe der Caesar-Scheibe und der bekannten Unterschrift den Schlüssel. Dabei können sie bis zu drei Tippkarten nutzen. Ist der Schlüssel richtig, erhalten sie die entschlüsselte Nachricht von einer Kontaktperson.
- *Teilmodul 2 – mit dem Calliope Mini:* Die Schüler:innen ermitteln mithilfe der Caesar-Scheibe, der bekannten Unterschrift und ggf. den Tippkarten den Schlüssel. Der herausgefundene Schlüssel wird in den Calliope Mini eingegeben, woraufhin dieser bei richtigem Schlüssel die gesamte Nachricht ausgibt. Die *Calliope Mini* werden als Werkzeug eingesetzt und müssen von diesen nicht programmiert werden.
- *Teilmodul 3 – mit einem Webbrowser:* Der Brief von Bob wird per Internetseite (<http://uni-w.de/1qs>) ausgegeben. Auf dieser Seite ist ebenfalls die geheime Nachricht, eine digitale Caesar-Scheibe sowie drei aufdeckbare Hinweise zu finden. Die Schüler:innen knacken den Schlüssel und geben ihn direkt auf der Webseite ein. Wenn der Schlüssel richtig eingegeben wurde, wird die Nachricht decodiert angezeigt.

3.3 Modul Robotik – Wie funktioniert ein Roboter?

Modulbeschreibung und Kompetenzen

Am Standort Paderborn wurde das Modul *Wie funktioniert ein Roboter?* entwickelt. Den Schüler:innen wird durch dieses Modul ein Einblick in die Welt der Informatiksysteme und ihrer Programmierung gegeben. Als beispielhaftes Informatiksystem wird hier der Roboter verwendet, da viele Kinder Roboter bereits aus ihrer Lebenswirklichkeit kennen (z.B. Spielzeuge, Saugroboter).

Am Beispiel des Roboters lernen die Schüler:innen das EVA-Prinzip kennen, welches für Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe steht und den grundsätzlichen Aufbau von Informatiksystemen beschreibt. Sie lernen spielerisch, dass ein Roboter nur auf Befehle reagieren kann, die er „kennt“. Im Verlauf des Moduls programmieren die Schüler:innen mit einfachen Programmbausteinen

nen und Befehlen (inkl. Parameter und Schleifen) einen (selbstgebastelten) Roboter (siehe *Puzzlestücke* in Abb. 6).

Die freie Arbeit mit einer Aufgabensammlung ermöglicht es, dem unterschiedlichen Leistungsstand der Schüler:innen gerecht zu werden, und durch Ausprobieren und Experimentieren die Erstellung von Algorithmen zur Steuerung eines Informatiksystems als wichtiges Konzept der Informatik kennen und verstehen zu lernen.

Im Modul sollen die Schüler:innen u.a. die folgenden Kompetenzen erwerben. Sie...

- erklären, dass ein Roboter präzise Befehle als Eingabe benötigt,
- benennen und formulieren präzise Handlungsvorschriften,
- interpretieren Handlungsvorschriften sowie -abläufe korrekt und führen sie schrittweise richtig aus,
- ordnen Bestandteile eines Roboters der Eingabe, der Verarbeitung und der Ausgabe zu und
- erläutern Verbindungen zwischen den Themen der Unterrichtseinheit Robotik und ihren Alltagsvorstellungen.

Im Rahmen der Fortbildung zum Modul erprobten und bewerteten die Lehrkräfte die bereitgestellten Materialien der Einführungs- und Vertiefungsphase und bereiteten das Material für die eigene Unterrichtsumsetzung auf.

Umsetzung

Das Modul gliedert sich in zwei Teile. Zunächst findet eine Einführung in die Thematik statt. Anschließend folgt die Programmierung des Roboters mit steigendem Komplexitätsgrad.

— Einführungsphase

Die Einführung in die Unterrichtseinheit geschieht über Roboter und die Frage, wie diese funktionieren. Die Schüler:innen berichten dabei aus ihren Alltagserfahrungen. Es wird erarbeitet, dass ein Roboter eindeutige Anweisungen benötigt. Darüber hinaus lernen die Schüler:innen das EVA-Prinzip als grundlegendes Prinzip der Datenverarbeitung kennen.

— Vertiefungsphase

Im weiteren Verlauf des Moduls wird die Programmierung des Roboters eingeführt und grundlegende Programmierkonzepte erarbeitet (vgl. MSB NRW 2019, 152ff). Anhand eines Forscherheftes lösen die Schüler:innen gemeinsam mit dem Roboter unterschiedliche Aufgaben, wie das Finden eines Blumentopfes auf dem Spielfeld. Als Unterstützung können die Lernenden ihre Programme zunächst mit Puzzlestücken legen, wie in Abbildung 6 zu sehen. Im Forscherheft müssen auch vorgegebene Programme nachvollzogen wer-

den. Auf diesem Weg lernen die Schüler:innen die grundlegenden Konzepte von Programmiersprachen wie Parameter, Bedingungen und Schleifen kennen. Das Forscherheft stellt grundsätzlich unterschiedliche Formate bereit, wie z.B. Laufzettel, Multiple-Choice und offene Aufgaben (siehe Abb. 6). Es wechseln sich somit im Unterricht Selbststeuerungs- und Instruktionsphasen für die Lernenden ab. Die Lehrkraft gestaltet den Lernprozess entsprechend der Bedarfe der Lerngruppe.

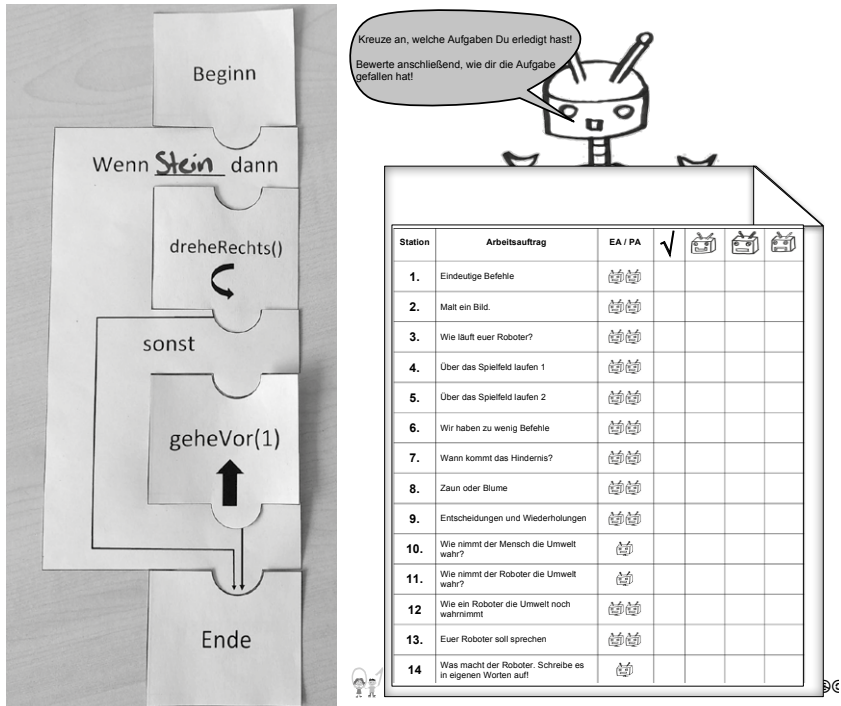


Abb 6: Puzzlestücke für Programmabläufe (l.); Übersicht über Aufgaben des Forscherhefts (r.) (l. eigene Darstellung mit Material von MSB NRW 2023; r. MSB NRW 2023)

Methodische Erweiterung: Aufbau von Informatiksystemen

Durch das Zusatzmodul kann eine Integration von Informatiksystemen realisiert werden. Zwei Szenarien sind je nach Ausstattung der Schule möglich:

- **Möglichkeit 1 – mit dem Computer:** Die Unterrichtsreihe *Ein Besuch im Computer* thematisiert den Aufbau eines Informatiksystems. Sie kann z.B. als Verbindung zwischen den IaG-Modulen *Wir funktioniert ein Roboter?* und

Digitale Welt genutzt werden. In den fünf Unterrichtseinheiten sollen die Schüler:innen neben informatisch-technischen Aspekten auch kritisch auf die Verwendung von Informatiksystemen schauen. In der ersten Unterrichtseinheit wird dafür die Vielfalt der Informatiksysteme aufgezeigt. In der zweiten sowie dritten Einheit wird der Aufbau und die Kommunikation innerhalb eines Informatiksystems nachvollzogen. Einheit vier vertieft Teile des Moduls *Digitale Welt*, indem auf das Grundprinzip einer Digital-schaltung eingegangen wird. Den Abschluss bildet eine Erarbeitung und Diskussion zum Einsatz und der Relevanz von Informatiksystemen (auch hinsichtlich künstlicher Intelligenz).

- *Möglichkeit 2 – mit dem Ozobot*: Die Unterrichtsreihe *Roboter verstehen, gestalten und beurteilen* ermöglicht den Einblick in den Aufbau und die Funktionsweise von Informatiksystemen anhand des Roboters *Ozobot*. Sie kann in Verbindung oder Alternative zum IaG-Modul *Wie funktioniert ein Roboter?* genutzt werden. In fünf Unterrichtseinheiten wird der Aufbau des Roboters aufgezeigt und mit seiner Hilfe Probleme gelöst. Die Schüler:innen erarbeiten in der ersten Unterrichtseinheit enaktiv, dass Roboter eindeutige Befehle benötigen. In der zweiten experimentell ausgelegten Unterrichtseinheit erproben die Schüler:innen die Funktionsweise des Ozobots, worauf sie in der dritten Einheit Hypothesen zur Konstruktion aufstellen. Diese werden dann mit dem EVA-Prinzip in Verbindung gebracht. Die Schüler:innen lösen in der vierten Unterrichtseinheit selbstständig Probleme anhand verschiedener Problemstellungen und lernen die Programmierbausteine für den Ozobot kennen. In der abschließenden fünften Unterrichtseinheit entwerfen sie eigene Weiterentwicklungen des Ozobots und diskutieren kritisch über z. B. Probleme und Einsatzmöglichkeiten von Robotern.

4 Nachhaltige Effekte und parallele Entwicklungen

Aufgrund der Relevanz, Informatik in die Grundschule zu integrieren, werden mittlerweile unterschiedliche Lehr-Lern-Konzepte an verschiedenen Standorten realisiert. Insgesamt gibt es auch bildungspolitisch starke Zustimmung zur umfassenden Informatikbildung. Einige der daraus folgenden Projekte nutzen dabei die entstandenen Konzepte, Materialien oder Strukturen des IaG-Projektes in unterschiedlicher Weise. Andere stehen zwar nicht im direkten Zusammenhang mit dem IaG-Projekt, verfolgen aber das gleiche Ziel. Die folgende Auflistung stellt eine beispielhafte Zusammenstellung dieser Projekte sowie ggf. deren Zusammenhang mit dem IaG-Projekt dar:

- Im Verbundprojekt *Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester* (2020–2022) wurde – im Unterschied zum IaG-Projekt – eine Umsetzung für die erste Phase der Lehrkräftebildung (Studium) reali-

siert. Dafür kooperierten Mitarbeitende der Didaktik des Sachunterrichts und der Didaktik der Informatik an der Universität Münster, der Universität Duisburg-Essen sowie der Bergischen Universität Wuppertal. In praxisnahen Seminaren entwickelten angehende Lehrkräfte des Lehramts für Grundschule sowie Sonderpädagogik informatische Kompetenzen und erfuhren Umsetzungsmöglichkeiten informatischer Bildung. Die Möglichkeiten konnten innerhalb der Praxiselemente erprobt und an die betreuenden Lehrkräfte der Praxisschule weitergegeben werden. Für die entwickelten Materialien wurden u.a. die laG-Materialien zur Kryptologie und Robotik genutzt und weiterentwickelt. Dabei wurden ebenfalls Handreichungen für Lehrkräfte entwickelt, die sich strukturell und inhaltlich an den laG-Handreichungen orientieren. Alle Materialien sind frei verfügbar und stehen zur Nachnutzung bereit (Kuckuck u. a. 2022).

- Alexander Best, der zeitweise im Verbundprojekt *Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester* beschäftigt war, befasste sich für seine Dissertation mit Vorstellungen von Grundschullehrkräften zu Informatik und Informatikunterricht. Er fand heraus, dass die Vorstellungen einen direkten Einfluss auf den Lehr-Lernprozess sowie das von den Schüler:innen entwickelte Bild der Informatik aufweisen. In seiner Forschung wird deutlich, dass fehlende fachliche Kompetenzen in Informatik von Grundschullehrkräften häufig dazu führen, dass Aspekte der Medienpädagogik herangezogen werden (Best 2020).
- Unter anderem aufbauend auf den Ergebnissen des laG-Projektes wurde von 2019 bis 2023 an der TU Dresden das Teilprojekt *Integration informatischer Bildung in die Grundschule* im Projekt TUD-Sylber² umgesetzt. Zur Qualifizierung (angehender) Grundschullehrkräfte wurden Veranstaltungen konzipiert, pilotiert, regelmäßig angeboten und beforscht. Es wurde ein Einstiegs-Workshop (90 bis 270 Minuten) zu informatischer Bildung in der Grundschule – mit und ohne Computer sowie ein vertiefendes Seminar mit hohem Praxisanteil zum Entwickeln und Erproben eigener informatikspezifischer Unterrichtseinheiten für Grundschullehramtsstudierende entwickelt. Dabei entstand ein frei zugänglicher Online-Kurs. Mehr Details zum Projekt finden sich bei Bergner und Nenner (2023). Die begleitende Forschung zu den informatischen Fach- und Vermittlungskompetenzen der angehenden Lehrkräfte finden im Rahmen der Dissertation von Christin Nenner statt, siehe Nenner (2022).
- Zeitgleich und in enger Verzahnung mit dem laG-Projekt wurde auf Initiative des Fachausschusses *Informatische Bildung an Schulen* der GI ein Arbeitskreis zur Entwicklung von Bildungsstandards für den Primarbereich eingerichtet, in dem auch in dem Projekt laG aktive Grundschullehrkräfte mitwirkten. Im Ergebnis wurden vom Präsidium der GI im Januar 2019 Empfehlungen für den Primarbereich verabschiedet (GI 2019).

- Die durch die GI 2019 veröffentlichten „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ haben einer Arbeitsgruppe auf dem jährlichen *Fachdidaktischen Gesprächen* in Königstein den Weg geebnet. Der in dieser AG identifizierte Bedarf zur Bereitstellung von Unterrichtsbeispielen auf Grundlage der o.g. Kompetenzen führte zum Bündeln und Kuratieren bereits vorhandener Projekte und Materialangebote in Form einer Webseite per Steckbriefe (GI 2023). Die Steckbriefe orientieren sich hierbei an im DACH-Raum vergleichbaren Parametern, wie beispielsweise Schulstufenbezug, Lehrplanbezug nach Bundesland/Land, Verweis auf GI-Kompetenzen, zeitlichem Umfang, u.v.m.

Von 2016 bis 2018 wurde im Namen der Stiftung *Kinder forschen* (ehemals *Haus der kleinen Forscher*) die Expertise „Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich“ (Bergner u. a. 2018) erarbeitet. Diese stellen dar, welche informatischen Kompetenzen Kinder sowie die Pädagog:innen benötigen und welche Gelingensbedingungen zum Erwerb notwendig sind. Neben Nachfolgeprojekten und dem Einsatz der Materialien wurde auch bildungspolitisch durch das IaG-Projekt einiges ins Rollen gebracht: Einzelne informatische Kompetenzen sind mittlerweile in der Mehrzahl der Bundesländer implementiert, so z.B. im Fach Sachunterricht (NRW), Kunst (BW) oder Technik/Werken (Schleswig-Holstein, Sachsen) (Nenner & Bergner 2022).

Fachdidaktische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen werden zwar durch Lehrplanformulierungen impliziert, die fundierte Umsetzung verantwortet jedoch die einzelne Lehrkraft. Mit der Bereitstellung von Materialien und Angeboten wie etwa durch IaG besteht somit ein gutes Fundament für eine Auseinandersetzung. Eine Sensibilisierung für ebensolche Materialien im Sinne von Unterstützungsangeboten ist daher auch Aufgabe aller Phasen der Lehrkräftebildung.

Eine weitere Linie wurde in der GI durch einen Arbeitskreis entwickelt und soll allen Lehrkräften unabhängig der Schulform und Fächerkombination den notwendigen Zugang zur informatischen Bildung eröffnen (Diethelm u. a. 2023).

5 Ausblick

Eine lokale Aushandlung der Vorstellungen, Bedarfe und Umsetzbarkeiten von informatischer Bildung im Primarbereich seitens Lehrkräfte, auch unter Einsatz von Informatiksystemen und der damit zusammenhängenden Ausstattungsfrage, könnte weitere Bedarfe wie etwa Netzwerke, Schulungs- und Fortbildungsangebote, Ausleihsysteme u.v.m. mit sich bringen. Ein aktuelles Projekt im Regierungsbezirk Düsseldorf greift diesen exemplarischen Aspekt auf. Hierbei gestalten Grundschulen im Tandem mit jeweils einer weiterfüh-

renden Schule Übergänge im Bereich der Primarstufeninformatik Klasse 4 und der informatischen Grundbildung in Klasse 5/6, um gemeinsam voneinander und miteinander zu lernen. Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) hat sich 2021 ebenfalls zur informatischen Grundbildung im Primarbereich auf Grundlage der „Kompetenzen für den Primarbereich“ der GI (2019) und der Dagstuhl-Erklärung (GI 2016) positioniert. Für die GDSU stehen hierbei ein Grundverständnis von *Computational Thinking* und Mensch-Maschine-Interaktion im Vordergrund. Der Sachunterricht soll nach Aussage der GDSU in diesem Kontext die Dualität von *Medien* als Lerngegenstand und Lernmittel mit dem sachunterrichtlichen Anspruch der Selbst- und Weltreflexion sowie Partizipation Rechnung tragen – dies über medienpädagogische bzw. informatikdidaktische Modelle hinaus (ebd.). Diese Entwicklung darf seitens der Informatikdidaktik optimistisch aufgefasst werden, bietet sie doch selbst Konzepte zur ganzheitlicheren Welterschließung durch u.a. das Fachgebiet *Informatik, Mensch und Gesellschaft*.

6 Fazit

Informatik ist in der Grundschule angekommen. Die entsprechende Genese wurde in diesem Beitrag dargestellt. Sowohl in der ersten Phase der Lehrkräftebildung als auch in der Lehrkräfteausbildung und -fortbildung sowie im schulischen Alltag der Unterrichtsentwicklung sind tragfähige Rahmenvorgaben geschaffen und Konzepte erarbeitet und erprobt worden. Eine fortlaufende Unterstützung von Lehrkräften beim Verorten, Durchführen und Vernetzen informatischer Inhalte im Unterrichtsalltag sollte hierbei weiter fokussiert werden. Eine Unterstützung der Strukturen der staatlichen Lehrkräftefortbildung durch die universitären Standorte ist hierfür ratsam. Dabei können Netzwerke, Hubs und weitere vielfältige Rahmungsangebote für Begegnung und Austausch positive Effekte auf die Wahrnehmung von Informatik im Unterricht der Grundschule haben. Die Gelingensbedingungen liegen hierbei u.a. im Feld der fortgeführten Zusammenarbeit der verschiedenen Perspektiven und Expertisen.

Literatur

- Bergner, N., Hubwieser, P., Köster, H., Magenheimer, J., Müller, K., Romeike, R., Schroeder, U. & Schulte, C. (2018): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Opladen, Berlin: Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.25656/01:17813>
- Bergner, N. & Nenner C. (2023): Projekt TUD-SYLBER 2 – „Digitalisierung als Querschnittsthema für die Lehrkräftebildung“. Projektziel Integration informatischer Bildung in die Grundschule. Online unter: <https://t1p.de/o1mle> (Abrufdatum: 04.07.2023).

- Berry, M. (2018): Computing als neues Schulfach. Umsetzung des landesweiten Curriculums für das Fach Computing in England. In: LOG IN, 38(189/190), 20–26.
- Best, A. (2020): Vorstellungen von Grundschullehrpersonen zur Informatik und zum Informatikunterricht. Dissertation. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität – Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät. Online unter: https://ddi.wvu.de/2020_best_diss (Abrufdatum: 04.07.2023).
- D-EDK (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren Konferenz) (2015): Lehrplan 21: Medien und Informatik. Luzern. Online unter: <https://t1p.de/121b> (Abrufdatum: 29.11.2023).
- Diethelm, I., Bergner, N., Brinda, T., Dittert, N., Döbeli Honegger, B., Freudenberg, R., Funke, F., Hannappel, M., Hildebrandt, C., Humbert, L., Kramer, M., Losch, D., Nenner, C., Pampel, B., Schmitz, D., Spalteholz, W. & Weinert, M. (2023): Informatikkompetenzen für alle Lehrkräfte. https://doi.org/10.18420/rec2023_064
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2021): Positionspapier Sachunterricht und Digitalisierung. Erarbeitet von der AG „Medien & Digitalisierung“. Online unter: <https://t1p.de/rr9k> (Abrufdatum: 27.06.2023).
- GI (Gesellschaft für Informatik e.V.) (2016): Dagstuhl-Erklärung. Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Eine gemeinsame Erklärung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Seminars auf Schloss Dagstuhl – Leibniz-Zentrum für Informatik GmbH. Online unter: <https://t1p.de/5vb0> (Abrufdatum: 26.06.2023).
- GI (2019): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. Erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards Primarbereich“. Online unter: <https://t1p.de/y4ljq> (Abrufdatum: 29.11.2023).
- GI (2023): Projektsteckbriefe: Informatische Bildung im Primarbereich. Online unter: <https://primarinformatik.gi.de/> (Abrufdatum: 30.06.2023).
- Humbert, L. & Puhlmann, H. (2004): Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In: J. Magenheimer & S. Schubert (Hrsg.): Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics. Bonn: Köllen Druck + Verlag GmbH, 65–76. Online unter: <https://t1p.de/pdc2> (Abrufdatum: 30.06.2023).
- Kuckuck, M., Humbert, L., Schmitz, D., Lachetta, M., Schultze, T. & Alles, T. (2022): Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester. Online unter: <https://uni-w.de/r28z7> (Abrufdatum: 01.02.2023).
- Magenheim, J., Schulte, C., Schroeder, U., Humbert, L., Müller, K., Bergner, N. & Fricke, M. (2018): Das Projekt „Informatik an Grundschulen“. In: LOG IN Aus Wissenschaft & Praxis, 38(189/190), 57–66.
- Mitzlaff, H. (1996): Handbuch Grundschule und Computer: vom Tabu zur Alltagspraxis. Reihe Werkstattbuch Grundschule. Weinheim: Beltz.
- MSB NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen) (2019): Informatik an Grundschulen. „Digitale Welt“. Materialpaket zum Modul. Online unter https://www.schulministerium.nrw/sites/default/files/documents/Informatik_an_Grundschulen-Materialien.pdf (Abrufdatum: 03.11.2025).
- MSB NRW (2023): Informatik an Grundschulen. Pilotprojekt zur Erprobung von Konzepten zur informatischen Bildung im Rahmen des Sachunterrichts an Grundschulen. Online unter <https://iag.nrw.de/> (Abrufdatum: 26.06.2023).
- Naur, P. (1966): Plan for et kursus i datalogi og datamatik. Online unter: <https://t1p.de/h87p3> (Abrufdatum: 02.10.2023).
- Nenner, C. (2022): Aufbau Informatischer Fach- und Vermittlungskompetenzen bei (angehenden) Grundschullehrkräften. Online unter: <https://t1p.de/s2ph7> (Abrufdatum: 04.07.2023).
- Nenner, C. & Bergner, N. (2022): Informatics Education in German Primary School Curricula. In: A. Bollin & G. Futschek (Hrsg.): Informatics in School. A Step Beyond Digital Education. Cham: Springer International Publishing, 3–14.

Autor:innen

Bergner, Nadine, Prof. Dr.,
RWTH Aachen University
Didaktik der Informatik
Mies-van-der-Rohe-Str. 15, 52074 Aachen
bergner@informatik.rwth-aachen.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
motivierende, lernendenzentrierte und
individuell herausfordernde informatische Bildung
inner- und außerhalb der Schule,
informatische Kompetenzen von Lehrkräften

Humbert, Ludger, StD (i. R.) Prof. (em.) Dr. rer.nat. Dipl.-Inf.
ludger.humbert@udo.edu
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Entwicklung informatischer Bildung,
Etablierung und Erweiterung eines Pflichtfachs Informatik

Schmitz, Denise
Bergische Universität Wuppertal
Didaktik der Informatik
Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal
dschmitz@uni-wuppertal.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
informatische Bildung für alle Lehrkräfte,
Wirkungen und Bedingungen von Fortbildungen,
Verständnis von Informatik

Fricke, Martin
Bezirksregierung Düsseldorf
Am Bonnhof 35–37, 40474 Düsseldorf
Martin.Fricke@brd.nrw.de
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Bildung in der digitalen Welt,
Schulentwicklungsprozesse im Kontext der Digitalität,
Informatische Bildung in der Primarstufe