

# Dialog

Bildungsjournal der  
Pädagogischen Hochschule Karlsruhe  
3. Jahrgang 2016 Heft 1

---

**MATHEMATISCHE UND  
INFORMATISCHE BILDUNG**

# Dialog

Bildungsjournal der  
Pädagogischen Hochschule Karlsruhe  
3. Jahrgang 2016 Heft 1

---

Die fünfte Ausgabe des Bildungsjournals **Dialog** der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe befasst sich mit der Bedeutung von mathematischer und informatischer Bildung sowie der Bedeutung eines frühen Zugangs zu dieser.

Unbestritten ist die Notwendigkeit von Kenntnissen und Fähigkeiten in diesen Bildungsbereichen – begleiten sie uns doch ein Leben lang in den unterschiedlichsten Alltagsangelegenheiten. Doch nach wie vor begegnen viele Menschen beiden Gebieten mit großer Distanz. Um dem abzuhelpfen werden in diesem Heft die verschiedenen Facetten von Mathematik und Informatik beschrieben. Zugleich zeigen die Beiträge auf, wie Lehrerinnen und Lehrer sowie pädagogische Fachkräfte mit Kindern verschiedener Altersstufen Wege gehen können, um die Faszination an mathematischen und informatischen Inhalten und Prozessen zu erhalten und zu wecken.

Die Mathematik ist das Tor zur Naturwissenschaft, und dieses Tor ist so eng und schmal, dass man nur als kleines Kind hineinkommen kann. William K. Clifford (1845-1879)

## Liebe Leserinnen, liebe Leser,

das Zitat von William Clifford betont die Bedeutung mathematischer Bildung sowie die Bedeutung eines frühen Zugangs zu dieser. Zugangswege verschiedener Altersstufen zum mathematischen und informatischen Bildungsbereich als auch die Bildungsbereiche selbst stehen im Fokus dieser Ausgabe des Bildungsjournals DIALOG zur mathematischen und informatischen Bildung.

Unbestritten ist die Notwendigkeit von Kenntnissen und Fähigkeiten in diesen Gebieten – begleiten sie uns doch ein Leben lang in den unterschiedlichsten Alltagsangelegenheiten. Doch nach wie vor stehen einige Menschen diesen Bildungsbereichen eher distanziert gegenüber. Um dem abzuhelpen werden in diesem Heft die verschiedenen Facetten von Mathematik und Informatik beschrieben. Zugleich zeigen die Beiträge auf, wie Lehrerinnen und Lehrer sowie pädagogische Fachkräfte mit Kindern verschiedener Altersstufen Wege gehen können, um die Faszination an solchen Inhalten und Prozessen zu erhalten und zu wecken.

Im ersten Beitrag beschreibt Christiane Benz wie ein geschärfter Blick Kindern im Übergang vom Elementar- zum Primarbereich helfen kann, grundlegende mathematische Kompetenzen zu entwickeln. Des Weiteren zeigt sie, wie Lernbegleiterinnen- und -begleiter Kinder dabei unterstützen und fördern können, und wie dies in der MachmitWerkstatt *MiniMa* umgesetzt wird.

Dass zwischen Alltags- und mathematischer Fachsprache durchaus Unterschiede bestehen können, beschreibt Mutfried Hartmann in seinem Beitrag. Anhand eines Beispiels aus der Geometrie macht er schließlich deutlich, wie Verbindungen und Zugangswege zur mathematischen Welt gefunden und beschrritten werden können.

In Sebastian Warthas Beitrag steht die *Beratungsstelle Rechenstörungen* im Mittelpunkt und wie Studierende und Lehrende der PH Karlsruhe mit Schülerinnen und Schülern der Primar- und auch Sekundarstufe gemeinsam Zugangswege in die Welt der Mathematik suchen und beschreiten.

Ebenso muss in unserer heutigen Gesellschaft die Informatik an Schulen und Pädagogischen Hochschulen eine zentrale Rolle spielen, wie Ulrich Kortenkamp in seinen drei Thesen konstatiert, die einführnd zu zwei Beiträgen zur informatischen Bildung stehen.

In diesem Sinne zeigt Thomas Borys eine ganz andere Facette der Mathematik auf: die Kodierung und Kryptologie. An diesem Beitrag wird deutlich, dass mathematische Ideen und Verfahren Grundlagen sind für unsere informationstechnische Gesellschaft.

Fabian Mundt beschreibt in seinem Beitrag *App@school* wie mit Schülerinnen und Schülern einer Hauptschulklasse Zugangswege zu digitaler und informationstechnischer Bildung geschaffen werden können und welche faszinierenden Ergebnisse in diesem Projekt erzielt wurden.

IM FOKUS stellen wir Ihnen Projekte und Kooperationen der Hochschule vor, die sich im größeren Umfeld des Themas bewegen, sowie das Engagement von Lehrenden und Studierenden in der Arbeit mit Flüchtlingen und das außergewöhnliche Auslandsprojekt „Teaching English in Laos“.

In den PERSPEKTIVEN informieren wir Sie über einige Neuerscheinungen, die von Kolleginnen und Kollegen der Pädagogischen Hochschule verfasst wurden oder an denen sie beteiligt waren.

Im Interview setzen wir abschließend die Tradition fort, eine Karlsruher Einrichtung näher vorzustellen. Dieses Mal gibt der Münzbeamte Hermann Heck Einblicke in die spannende Arbeit der Staatlichen Münze Baden-Württemberg, Prägestätte Karlsruhe.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre mit der fünften Ausgabe von DIALOG und viele Impulse für Ihre eigene Arbeit!

**Christiane Benz und Götz Schwab**  
Herausgeber dieser Ausgabe



# INHALT



THEMA:

## MATHEMATISCHE UND INFORMATISCHE BILDUNG

4

## MATHEMATISCHE BILDUNG

CHRISTIANE BENZ

### Den Blick schärfen

6

MUTFRIED HARTMANN

### Ein Fachbegriff im Spiegel des Alltags

14

SEBASTIAN WARTHA

### Beratungsstelle Rechen- störungen: Mathematische Schwierigkeiten diagnos- tizieren und überwinden

22

ULRICH KORTENKAMP

### Drei Thesen zur Informatik in der Schule und an den Pädagogischen Hochschulen

29

## INFORMATISCHE BILDUNG

THOMAS BORYS

### Kryptologie im Mathe- matikunterricht – Welche Inhalte sind sinnvoll?

30

FABIAN MUNDT

### Informatics matters!

40

## IM FOKUS

46

## PERSPEKTIVEN

56

### Nachgefragt bei Hermann Heck

64

## Impressum

Klappe hinten





# MATHEMATISCHE UND INFORMATISCHE BILDUNG





# Den Blick schärfen

CHRISTIANE BENZ

Der Aufbau tragfähiger mentaler Vorstellungen von Zahlen ist unbestritten einer der zentralen arithmetischen Inhalte im Bereich der mathematischen Bildung – auch im Zeitalter der digitalen Hilfsmittel (vgl. auch den Beitrag „Beratungsstelle Rechenstörungen“ von Sebastian Wartha in diesem Heft). Die Erforschung der Entwicklung des Zahlbegriffs hat eine lange Tradition. Es existieren mittlerweile viele empirisch gewonnene Erkenntnisse über die Entwicklung des Zählens (Gelman & Gallistel, 1986) und des Zahlbegriffs (Krajewski & Ennemoser, 2013; Fritz & Ricken 2009; Ehlert & Balzer 2013). Ein geschärfter Blick sowohl bei Kindern als auch bei Lernbegleiterinnen und -begleitern kann

die Entwicklung eines tragfähigen Zahlbegriffs unterstützen.

Dies wird im folgendem Beispiel deutlich, in dem Sophie die Anzahl von sechs Eiern in einer Sechser Eierschachtel bestimmt (vgl. Abb. 1: 6 Eier): Sie beginnt mit den Fingern auf die einzelnen Eier zu zeigen und zählt: „eins, zwei, drei, vier“, stockt und sagt dann: „Ich glaube, es sind sechs.“

Sie wird gefragt: „Warum wusstest du denn gleich, dass es sechs sind?“ Sie zeigt auf die sechs Eier und antwortet: „Weil die so gleich sind und weil ich weiß, dass drei und drei sechs sind.“

In der Vorgehensweise von Sophie werden zahlreiche Kompetenzen sichtbar:





Abb.1: 6 Eier

## Zählende Anzahlbestimmungen

— Zuerst bestimmt Sophie die Eier zählend. Um mit dem Zählvorgang zu einem korrekten Ergebnis zu gelangen, muss sie neben dem Aufsagen der Zahlwortreihe in der richtigen Reihenfolge auch jedem Gegenstand ein Zahlwort zuordnen (Eins-zu-Eins-Zuordnung) und dann noch wissen, dass das zuletzt genannte Wort in der Zahlenreihe sich auf die gesamte Menge bezieht (Kardinalzahlprinzip). Viele Kinder haben bereits vor der Schule gelernt Mengen abzuzählen: In Untersuchungen mit Schulanfängern konnten beispielsweise über 85% der Kinder Mengen bis neun abzählen (Selter, 1995; Clarke et al., 2008).

Beim Abzählen einer Menge sollte sich allmählich die Vorstellung herausbilden, dass sich das letztgenann-

te Zahlwort auf die gesamte Menge bezieht. Durch das Anwenden der Regel „Das letzte Zahlwort ist das Ergebnis“ können Kinder das Resultat ihres Zählvorgangs bestimmen. Wird diese Regel allerdings unverstanden angewendet, d.h. das Kind versteht das letztgenannte Zahlwort nicht als Angabe für die abgezählte Menge, sondern nur als Abschluss der Zahlwortreihe, kann sich eine einseitig ordinale Zahlvorstellung entwickeln. So eine einseitige ordinale Vorstellung kann dazu führen, dass Kinder später in Zählstrategien verhaftet bleiben und keine Rechenstrategien entwickeln, denn dafür sind auch kardinale Zahlvorstellungen nötig. Insofern stellt Zählen einen wichtigen Meilenstein dar, aber Zählen ist nicht alles, was zählt.

Denn Sophie zählt die Eier gar nicht bis zum Ende. Sie stockt und nimmt mit geschärftem Blick etwas wahr und nutzt eine nicht-zählende Anzahlbestimmung, die im nächsten Abschnitt näher beschrieben wird.

## Nicht-zählende Anzahlbestimmungen aufgrund eines geschärften Blicks

— Nicht-zählende Anzahlbestimmungen sind durch Simultanerfassung und strukturierte Mengenerfassung möglich. Kinder und Erwachsene können Mengen bis zu vier oder fünf Elementen auf einen Blick simultan erkennen. Auch Kinder im Elementarbereich zeigen bereits beachtliche Fähigkeiten bei der Simultanerfassung. Als bei entsprechenden Aufgaben Kindern im Alter von vier bis sechs Jahren kurze Zeit ein Punktbild gezeigt wurde, konnten über 90% der Kinder drei und vier Punkte simultan wahrnehmen (Clarke et al., 2008; Benz, 2011).

Um Mengen mit größerer Anzahl nicht-zählend bestimmen zu können, müssen die Mengen strukturiert dargestellt werden, oder der Betrachter muss eine Struktur hineindeuten. Dabei wird die Mengendarstellung (real oder mental) in kleinere Mengen zerlegt bzw. einzelne Objekte werden zu neuen Einheiten zusammengesetzt. Diese kleinen Einheiten kann man simultan erfassen und dann die Anzahl der Gesamtmenge bestimmen. Werden bei Mengen mit größerer Anzahl Strukturen erkannt oder gebildet und somit die Menge in kleinere (Teil)Mengen zerlegt, kann man von strukturierter Mengenwahrnehmung sprechen. Wissen die Kinder nach der strukturierten Wahrnehmung die Anzahl der Menge sofort, wird dies auch als Quasi-Simultanerfassung bezeichnet.

Diese Vorgehensweise kann man bei Sophie beobachten. Sie nimmt die Struktur in der Mengendarstellung wahr, erkennt sofort, dass drei Eier in jeder Reihe der Schachtel sind und weiß: „Es sind sechs Eier.“

Die strukturierte Mengenwahrnehmung findet auf der visuellen Ebene statt. Hier wird visuell etwas Ganzes in Teile zerlegt. Es finden also zuerst noch keine abstrakten Zahlzerlegungen statt. Um die Fähigkeit des visuellen Zerlegens und der Wahrnehmung der Strukturen entwickeln zu können, müssen Kindern zahlreiche Möglichkeiten angeboten werden, ihren Blick diesbezüglich zu schärfen, so dass die Kinder die Anzahl einer Menge nicht nur zählen, sondern auch sehen können.

Denn aus der (visuellen) Zerlegung konkreter (z.B. mit Plättchen gelegter) Mengen und der Verknüpfung mit der Gesamtmenge kann sich allmählich eine flexible Vorstellung über einzelne Zahlen entwickeln; ein Kind lernt z.B., dass drei Eier und drei Eier immer sechs Eier ergeben. Darüber hinaus kann sich ein Verständnis von Zahlen als Zusammensetzungen aus anderen Zahlen entwickeln (Teil-Ganzes-Verständnis); das Kind kann sehen, dass sechs Eier aus drei und drei, aber auch

aus vier und zwei Eiern oder auch aus fünf und einem Ei zusammengesetzt sind (Benz, 2014).

Will man bei Kindern nicht-zählende Anzahlbestimmungen fördern, muss der Prozess der Anzahlbestimmung im Vordergrund stehen und nicht allein das korrekte Ergebnis.

Um diese Prozesse gezielt beobachten und fördern zu können, benötigen Lernbegleiterinnen und -begleiter ebenfalls einen geschärften Blick.

## Den Blick schärfen für mathematische Lernprozesse

— An der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe (PH) wurde eine innovative Konzeption entwickelt, damit sowohl Studierende als auch Lehr- und Fachkräfte ihren Blick für mathematische Lernprozesse durch die Verknüpfung theoretischer, praktischer und reflexiver Kompetenzen schärfen können (Benz, 2016). Das Projekt ist in verschiedene Projektphasen unterteilt, in denen unterschiedliche mathematische Inhaltsbereiche fokussiert werden. In diesem Artikel werden Aktivitäten aus der Projektphase vorgestellt, in der der inhaltliche Bereich „Zählen und Sehen“ thematisiert wurde. Dabei sind verschiedene Zielsetzungen leitend, bei denen es um ein Schärfen des Blicks von Lernbegleiterinnen und -begleitern in Bezug auf verschiedene Strategien bei der Mengendarstellung sowie -wahrnehmung und Anzahlbestimmung geht:

- ▶ Entwicklung von Lernumgebungen, in denen neben der Förderung von Zählaktivitäten der Blick der Kinder für eine strukturierte Mengenwahrnehmung geschärft werden kann.
- ▶ Schärfen des Blicks von Lernbegleiterinnen und -begleitern bezüglich folgender Aspekte:
  - Unterstützung von Kindern beim Kompetenzerwerb im Bereich zählender und nicht zählender Anzahlbestimmungen,
  - Verschiedene Deutungen von Strukturen bei der Mengenwahrnehmung,
  - Kompetenzen von Kindern vor und zu Beginn der Schule bezüglich Zählen und Sehen.

Im Mittelpunkt der Konzeption steht die Machmit-Werkstatt MiniMa, die sowohl in Lehrveranstaltungen an der Hochschule integriert ist, als auch ein wichtiges Element in einer Fortbildungsreihe für Fachkräfte im Elementarbereich und für Lehrkräfte der Eingangsstufe darstellt. Im folgenden Schaubild wird die Verknüpfung zwischen Lehrveranstaltungen an der Hochschule (blau) und Fortbildungskonzeption (rot) dargestellt:

Im ersten Baustein der Lehrkonzeption an der Hochschule steht zunächst der Erwerb von fachdidaktischen theoretischen Grundlagen im Vordergrund, wie zum Beispiel verschiedene Prozesse der Anzahlbestimmung – unter Berücksichtigung der Besonderheiten des jeweiligen Bildungsbereichs (Elementar- und Primarbereich). Auf der Grundlage fachdidaktischer Theorien entwickeln die Studierenden Lern- und Spielumgebungen. Die Lern- und Spielumgebungen sind so gestaltet, dass zählende und nicht-zählende Prozesse der Anzahlbestimmung initiiert werden können. Das konkrete Umsetzen von Theorie in Praxis findet für die Studierenden in der Interaktion mit wechselnden Kindergruppen statt, die zur MachmitWerkstatt MiniMa in die PH kommen. Die Interaktionen der Kinder untereinander und mit den Lernbegleiterinnen und -begleitern werden videographiert. Durch die wechselnden Kindergruppen haben alle Studierenden die Möglichkeit, sich exemplarisch und intensiv sowohl auf theoretischer als auch auf praktischer Ebene mit der mathematischen Förderung arithmetischer Basis-kompetenzen zu beschäftigen. Sie können deren Gestaltung immer wieder neu in Phasen der Reflexion tiefer durchdringen und daraufhin neu konzipieren und gestalten. Die Reflexion findet in drei Phasen statt. In einer unmittelbaren kollektiven Reflexion arbeiten Studierende und Hochschullehrende fachliche, didaktische und methodische Aspekte gemeinsam heraus, die in einer individuellen Reflexion vertieft werden

können. Beim Betrachten der Videos in der individuellen Reflexion und bei der Auswahl geeigneter Videoausschnitte wird kritisches Nachdenken aus der Distanz ermöglicht. Theorien können mit Handlungserfahrungen verglichen und somit eingeordnet werden. Der Blick für mathematische Lernprozesse wird geschärft.

In der anschließenden Präsentation der ausgewählten Videoausschnitte in einer zweiten kollektiven Reflexion können sowohl kommunikative Muster zwischen Kindern und Erwachsenen, als auch individuelle Lösungsprozesse einzelner Kinder anhand theoretischer Aspekte analysiert werden. Darüber hinaus können gemeinsam Ideen für alternative Handlungsweisen entwickelt werden und in weiteren Lernsituationen überprüft werden.

Die Fortbildungskonzeption besteht aus einem Workshop, in dem Fach- und Lehrkräfte fachdidaktisches Wissen erwerben können und gemeinsam Spiel-, Erkundungs- und Lernumgebungen beispielsweise zum „Zählen und Sehen“ entwickeln und vorbereiten. Der zweite Baustein der Fortbildungskonzeption stellt die Schnittstelle zwischen Lehrkonzeption und Fortbildung dar. Die Lehr- und Fachkräfte kommen mit ihrer Kindergruppe in die MachmitWerkstatt MiniMa und entdecken dort gemeinsam mit Studierenden Mathematik in gelenkten und offenen Spielsituationen.

Wie bereits erwähnt wählen die Studierenden in ihrer individuellen Reflexion Videoausschnitte für ihre

kollektive Reflexionsphase aus. Diese Videoausschnitte sind neben den Berichten der Lernbegleiterinnen und -begleiter die Grundlage für das Reflexionstreffen mit Fach- und Lehrkräften. Das folgende Beispiel wurde von einer Studentin sowohl für die kollektive Reflexion mit den Studierenden ausgewählt, als auch für das Reflexionstreffen mit den Lernbegleiterinnen und -begleitern aus der Praxis verwendet.

## Den Blick schärfen für unterschiedliche Sichtweisen

— Oft gelingt es in Lehr-Lernsituationen nicht genügend, eigenes Handeln zu reflektieren und die Lösungsprozesse der Kinder wahrzunehmen. In Reflexionssituationen der Projektphase „Zählen und Sehen“ kann der Blick geschärft werden für verschiedene Deutungen von Mengendarstellungen. Durch kritisches Nachdenken aus der Distanz können hierbei kommunikative Muster sowie unterschiedliche Intentionen von Kindern sowie den Lernbegleiterinnen und -begleitern wahrgenommen werden (vgl. Nührenbörger, 2009).

Im folgenden ersten Beispiel wird deutlich, dass das Einnehmen verschiedener Sichtweisen nicht nur für die Kinder, sondern auch für die Lernbegleiterinnen und -begleiter eine Herausforderung ist.

Alle Kinder sitzen im Kreis und haben fünf Eier in eine Eierschachtel gelegt: Fast alle, bis auf Peter, haben die fünf Eier in eine Reihe gelegt. Er legt die fünf Eier so, dass in einer Reihe zwei und in der anderen Reihe drei Eier sind.



Abb. 3: 2+3 oder 4+1?

Folgendes Gespräch findet zwischen den Kindern und der Lernbegleiterin statt:

L: **Habt ihr sie alle gleich gelegt?**

Einige Kinder: Nee.

L: **Aber stimmt es trotzdem bei allen?**

Die meisten Kinder: Ja.

Zwei Kinder: Nee.

L: **Die meisten von euch haben eine Reihe gelegt. Warum habt ihr das in eine Reihe gelegt?**

K: Weil man es so schneller erkennen kann.

L: **Warum kann man das so schneller erkennen?**

K: Weil wir am Anfang gesagt haben, dass da immer fünf sind (und zeigt auf die Reihe).

L: **Ja, weil wir schon wissen, dass eine Hälfte fünf sind. Und warum kann man es beim Peter aber trotzdem gut erkennen, dass es fünf sind?**

K: Weil 4+1 ist 5.

L: **Siehst du wie es Peter gelegt hat. Ist das vier und eins, was da der Peter gelegt hat?**

K: (zögert): Jaaa.

L: **Hmmmm, ja, das kann man auch erkennen. Stimmt. Ich hab was anderes erkannt, wer kann sich vorstellen, was ich erkannt hab. Hat jemand eine Idee?**

(Kein Kind hat eine Idee.)

L: **Wie viele sind in einer Reihe?**

K: Zwei und drei.

L: **Und 2+3 ist auch 5. Ok.**

Die Auswahl des Videoausschnitts hat die Lernbegleiterin für die Reflexionsphase selbst ausgesucht als ein Beispiel für die Schwierigkeit, in der Lehr-Lernsituation eine andere Deutung wahrnehmen zu können. Sie kommentiert selbst:

„Ich habe erst im Nachhinein verstanden, wie das Kind hier vier und eins sehen konnte. Klar, das war das Würfelbild der vier und dann noch eins. Aber in der Situation konnte ich es einfach nicht sehen. Ich konnte mich nicht auf die Sichtweise der Kinder einlassen, habe dann aber gleich anschließend von den Kindern erwartet, dass sie meine Deutung nachvollziehen können, die durch die Reihen geprägt ist.“

In der Reflexionsphase bieten sich durch den Filmausschnitt folgende Aspekte für eine Diskussion an:

- ▶ Unterschiedliche Sichtweise von Mengendarstellungen (inhaltliche Diskussion),
- ▶ Herausarbeiten der verschiedenen Intentionen von Kindern und Lernbegleiterinnen und -begleitern und
- ▶ Kritische Gesprächsanalyse bezüglich des Frageverhaltens.
- ▶ Reaktionsmöglichkeiten auf andere Sichtweisen sowohl sprachlich als auch handelnd: beschreiben lassen (hier: wo siehst du die vier, Kannst du beschreiben, wie du die vier siehst?), zeigen lassen, mit Schnüren Strukturen verdeutlichen,
- ▶ Impulse, die eine strukturierte Mengenwahrnehmung fördern.

Neben den konkreten Rückmeldungen zu verschiedenen Prozessen der Anzahlbestimmung kann man aus den Rückmeldungen sowohl von Studierenden als auch von Lehr- und Fachkräften entnehmen, dass die Konzeption es ermöglicht hat, den Blick für mathematische Lernprozesse zu schärfen:



Abb. 2: Lehr- und Fortbildungskonzeption mit Integration der MiniMa



den Kindern zuhören  
dies habe ich besonders gelernt:  
Kinder haben für alles was sie  
machen eine logische Erklärung,  
man muss sie nur Fragen &  
zuhören

„Besonders wichtig ist für uns die  
längere Laufzeit des Projekts. Das  
hatten wir zu Beginn gar nicht so  
eingeschätzt, aber durch die anhal-  
tende Beschäftigung mit dem Thema  
und auch durch die Reflexionstreffen  
und die gezeigten Videoausschnitte  
zum Verhalten der Kinder und Er-  
wachsenen entstanden einige neue Ein-  
sichten und Erkenntnisse.“

„Aber ich hab von den Studentinnen so viel  
gelernt, zu sagen, nimm dich zurück, gib  
den Kindern mehr Möglichkeiten sich  
auszuprobieren. „Ja nicht das Richtig und  
Falsch, was wir vermitteln. So von der Vor-  
gehensweise, woher weißt du das jetzt? Wie  
kannst du das noch genauer sagen?“ solche  
Fragestellungen aufzugreifen, das war für  
mich ganz interessant, so zu denken.“

„Durch die MiniMa habe ich vor allem gelernt, die große  
Heterogenität der Kinder, die später bei mir in der Klasse  
sein werden, nicht mehr als Bedrohung und kaum  
bestreitbare Arbeit zu sehen, sondern diese als Chance zu  
nutzen. Ich habe hier kennengelernt, wie ich diese  
Heterogenität effektiv für den Unterricht nutzen kann,  
sodass jeder Schüler, ob schwach oder stark, auf seinem  
eigenen Niveau gefördert werden kann. Durch die  
Praxiserfahrungen in der MiniMa wurde mir bewusst,  
wie ich mit Kindern ganz elementar und trotzdem auf  
sehr motivierende Weise Mathematik betreiben kann.“



**Prof. Dr. Christiane Benz** lehrt  
und forscht seit 2006 am Institut  
für Mathematik und Informatik  
mit dem Schwerpunkt frühe  
mathematische Bildung. Gemein-  
sam mit ihrer Arbeitsgruppe  
entwickelte sie verschiedene  
Konzepte zur frühen mathema-  
tischen Bildung, unter anderem

die MachmitWerkstatt MiniMa, die mit einem Fellow-  
ship für Innovationen in der Hochschullehre ausge-  
zeichnet wurde.



**BENZ, CHRISTIANE (2011)**. Den Blick schärfen. In: Lüken,  
Miriam M.; Peter-Koop, Andrea (Hrsg.). Mathema-  
tischer Anfangsunterricht – Befunde und Konzep-  
te für die Praxis. Offenburg: Mildenerger, S. 7-21.

**BENZ, CHRISTIANE (2014)**. Identifying Quantities of  
Representations – Children’s Constructions to Com-  
pose Collections from Parts or Decompose Collec-  
tions into Parts. In: Kortenkamp, Ulrich; Brandt,  
Birgit; Benz, Christiane; Krummheuer, Götz; Ladel,  
Silke; Vogel, Rose (Hrsg.), Early Mathematics Lear-  
ning – Selected Papers of the POEM Conference 2012.  
New York: Springer, S. 189-203.

**BENZ, CHRISTIANE (2016)**. Reflection – An opportunity  
to address different aspects of professional compe-  
tencies in mathematics education. In: Meaney,  
Tamsin; Lange, Troels; Wernberg, Anna; Helenius,  
Ola; Johansson, Maria L. (Hrsg.), Mathematics Edu-  
cation in the Early Years – Results from the POEM2  
Conference, 2014. New York: Springer, S. 419-435.

**CLARKE, BARBARA; CLARKE, DOUG; GRÜSSING, MEIKE;  
PETER-KOOP, ANDREA (2008)**. Mathematische Kom-  
petenzen von Vorschulkindern: Ergebnisse eines  
Ländervergleichs zwischen Australien und Deutsch-  
land. In: Journal für Mathematik-Didaktik 3/4, S.  
259-286.

**FRITZ, ANNEMARIE; EHLERT, ANTJE; BALZER, LARS  
(2013)**. Development of Mathematical Concepts as  
Basis for an Elaborated Mathematical Understan-  
ding. In: South African Journal of Childhood Edu-  
cation, 3(1), S. 38-67.

**GELMAN, ROCHEL; GALLISTEL, CHARLES RANDY (1986)**.  
The Child’s Understanding of Number. 2. Aufl. Cam-  
bridge, Massachusetts und London: Harvard Uni-  
versity Press.

**KRAJEWSKI, KRISTIN; ENNEMOSER, MARCO (2013)**. Ent-  
wicklung und Diagnostik der Zahl-Größen-  
Verknüpfung zwischen 3 und 8 Jahren. In: Hassel-  
horn, Marcus; Heinze, Aiso; Schneider, Wolfgang;  
Trautwein, Ulrich (Hrsg.). Diagnostik mathemati-  
scher Kompetenzen. Tests und Trends. Bd. 11. Göt-  
tingen: Hogrefe, S. 225-240.

**NÜHRENBÖRGER, MARCUS (2009)**. Lehrer-Schüler-Dis-  
kurse im Mathematikunterricht als Gegenstand  
kollegialer Reflexion – Fallkonstruktionen mathe-  
matischer Unterrichtsdiskurse. In: Neubrand, Mi-  
chael (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht.  
Münster: WTM-Verlag, S. 131-134.

**SELTER, CHRISTOPH (1995)**. Zur Fiktivität der „Stunde  
Null“ im arithmetischen Anfangsunterricht. In:  
Mathematische Unterrichtspraxis, 16, S. 11-19.







---

# Ein Fachbegriff im Spiegel des Alltags

---

MUTFRIED HARTMANN

**D**er Unterschied von Fach- und Alltagsbegriffen führt in der Schule immer wieder zu relevanten Schwierigkeiten. Allein aus diesem Grund ist es unabdingbar, den Beziehungen zwischen Fach- und Alltagsbegriffen gut nachzuspüren. Derartige Analysen vermeiden nicht nur Missverständnisse, sondern können auch spannend und bildend sein. Gerade die Analyse der Verwendung von Bezeichnungen in unterschiedlichem Kontext zeigt Vernetzungen oder Analogien auf, die im besten Sinne lehrreich sind. Manche Zusammenhänge der oft überraschend facettenreichen Begriffe kristallisieren sich erst durch ihre Analyse in ihren unterschiedlichen

Kontexten heraus. Und oft ist es sowohl für praktische als auch für theoretische Aspekte gewinnbringend, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Fach- und Alltagsbegriffen herauszuarbeiten.

## Alltägliches zum Spiegeln

— Der Begriff des Spiegels bzw. des Spiegeln begegnet uns im Alltag in vielfältiger Weise. Dabei fokussiert die Alltagssprache auf ganz unterschiedliche Aspekte.

Wenn die Haut ein *Spiegel der Seele* ist, dann zeigt sie etwas, das sonst verborgen bliebe und schafft damit

einen tieferen Einblick in das Wesen oder den Gemütszustand eines Menschen. Um etwas Ähnliches geht es beim *Spiegel-Periskop*, das – wenn auch nicht den Blick in die Seele – immerhin den um die Ecke erlaubt.

Der Spiegel steht entsprechend häufig auch als ein *Symbol für verborgenes Wissen* oder Weisheit. Diese Funktion hat auch das „Spieglein an der Wand“ im Märchen „Schneewittchen“ oder der Spiegel „Yatano-ka-gami (八咫鏡)“, der als eines der drei Herrscherinsignien des japanischen Kaiserhauses gilt. Den Mythen nach wurde die Sonnengöttin Amaterasu (天照) nach längerer Dunkelheit wieder aus einer Höhle gelockt, indem man ihr diesen Spiegel vorhielt, damit sie glaubte, eine andere Sonne hätte sie ersetzt (Haussig et al., 1994). Sich selbst in einem Spiegel zu erkennen, gilt als eine Intelligenzleistung, die den meisten Tieren nicht gegeben ist. Diese erfordert auch beim Menschen eine gewisse Reife. Als *Spiegelstadium* wird entsprechend diejenige Entwicklungsphase bezeichnet, in der sich ein Kind erstmalig selbst im Spiegel wahrnehmen kann (Dylan, 2002). Sie liegt etwa im Bereich von einem halben bis zu eineinhalb Jahren.

Wenn man *jemandem einen Spiegel vorhält*, dann geht es meist darum, dass diese Person selbst den Blickwinkel wechselt und so Eigenschaften an sich selbst erkennen soll, die sie sonst nicht sehen kann oder nur nicht sehen will. In den sogenannten *Spiegelschriften* sollten insbesondere Fürsten an fiktiven Beispielen vorsichtig Handlungsweisen nahegelegt werden. Im *Sachsenspiegel* manifestierte sich dies zu einem richtigen Gesetzeswerk.

Der Gesellschaft einen Spiegel vorhalten und den Blick auf manchmal auch schmerzliche Wahrheiten lenken, möchte auch eine investigative Zeitschrift wie der *Spiegel*. Ob dies gelingt, hängt natürlich von der Qualität und Redlichkeit der Autorinnen und Autoren ab. Bei der *Vorspiegelung falscher Tatsachen* gilt es schließlich ebenfalls den Blick zu lenken, diesmal aber mit der entgegengesetzten Intension. Es soll von der Wirklichkeit, die verborgen werden soll, abgelenkt und stattdessen eine scheinbare, *virtuelle Realität* „wahr“ genommen werden.

Der *Zerrspiegel* hat sogar das Potential im doppelten Sinne zu lügen. Hier wird nicht nur der falsche Raum vorgegaukelt, sondern auch noch verfälscht dargestellt. Zwei Fehler können sich bekanntlich aufheben. Zunächst völlig verzerrte Darstellungen können in verspiegelten zylinderförmigen Gegenständen wieder geradegerichtet werden. Einfachere sog. Anamorphosen sind seit der intensiven Auseinandersetzung mit der Perspektive in der Renaissance entstanden und schließlich bis hin zu komplexen Spiegel-Anamorphosen (Abb. 1) verfeinert worden (Eser, 2011).

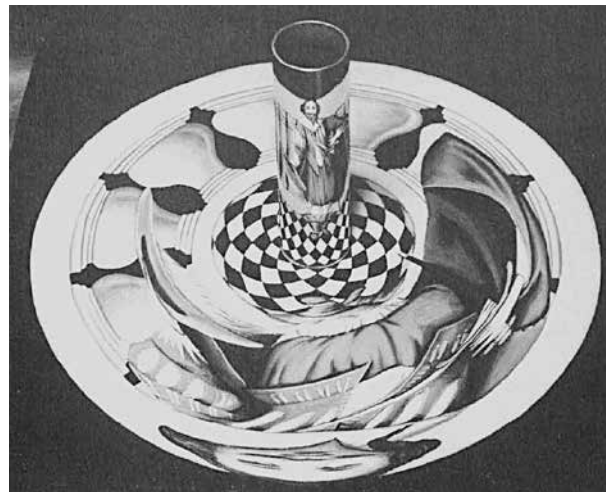


Abb. 1: Der Kavalier um 1630

Der Spiegel steht natürlich auch für Luxus und Pracht. Mit den im 18. Jahrhundert in Mode gekommenen *Spiegelsälen* wollte man imponieren. Nicht nur, dass bis dahin die Spiegelproduktion in einem solchen Umfang kaum möglich noch erschwinglich war, der Spiegel schaffte zusätzlich Raum und Licht und vergrößerte bzw. illuminierte die prächtigen Säle scheinbar noch zusätzlich. Ein wenig mogeln gehörte also auch dazu. Noch mehr Spiegel werden in einem *Spiegelkabinett* (Abb. 2) aufgefahren.

Spätestens hier beobachtet ein Betrachter scheinbar in die Unendlichkeit führende Vervielfältigungen. Nahe liegend ist daher die Frage: Was passiert eigentlich in einem idealen Spiegelkabinett: Wird es da überhaupt dunkel, wenn man das Licht ausschaltet? Bräuchte man keine Lampen mehr, wenn man Räume so gestaltet? Und wenn man eine Kerze anzündet, müsste es dann in ihnen nicht immer heller werden?

Auch wenn diese Visionen im Allgemeinen allein schon am Effekt scheitern müssen, dass der Beobachter den Versuch beeinflusst, findet man heute dennoch ähnliche Anordnungen in Lasern. Hier werden, sehr vereinfacht gesprochen, Photonen zwischen zwei Spiegeln hin- und hergeschickt. Dabei regen diese die Atome eines sich dazwischen befindlichen Materials zur Emission weiterer gleichphasiger Photonen an. Um die entstehende Photonenlawine nutzen zu können, muss sie noch aus ihrem „Gefängnis“ befreit werden. Das wird erreicht, indem man einen der beiden Spiegel halbdurchlässig baut.



Abb. 2: Spiegelkabinett

## Spiegeln mit dem Spiegel und mathematische Achsenspiegelung im Vergleich

— Werfen wir nun einen Blick auf eine Definition der mathematischen Abbildung Achsenspiegelung, um diese nach Auffälligkeiten zu untersuchen.

*Definition:* Eine Abbildung der gesamten Ebene auf sich selbst nennt man eine *Achsenspiegelung* an einer Geraden  $g$ , wenn für jeden Punkt außerhalb von  $g$  gilt, dass die Verbindungsstrecke aus Punkt und Bildpunkt senkrecht von  $g$  halbiert wird und jeder Punkt der Geraden  $g$  auf sich selbst abgebildet wird.

Bemerkenswert an der mathematischen Definition ist, dass hier nicht nur irgendeine vorgegebene Figur gespiegelt wird oder gar ein Teil einer Figur, sondern dass sich die Abbildung auf alle Punkte der Ebene bezieht.

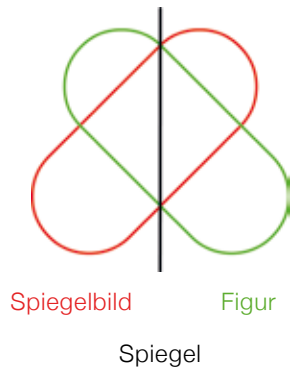
Als zweites fällt die besondere Nennung der Geradenpunkte als Fixpunkte der Abbildung auf. Kann darauf nicht verzichtet werden? Leider nein, da die Abbildungsvorschrift für die Punkte außerhalb von  $g$  nicht auf diese angewendet werden kann. Schließlich kann es keine Strecke geben, deren beide Randpunkte identisch sind und erst recht kann darauf nichts senkrecht stehen.

Es gibt zwischen dem Spiegeln mit einem realen Spiegel und der mathematischen Achsenspiegelung viele Gemeinsamkeiten, aber auch einige bemerkenswerte Unterschiede:

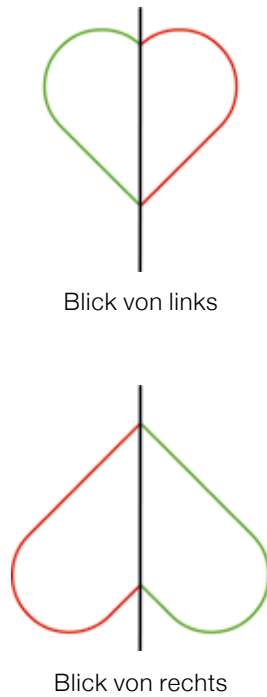
Bei der mathematischen Spiegelung erfahren bereits in der Definition die Punkte der Spiegelachse eine besondere Beachtung. Allerdings haben diesen Punkte auch bei einer realen Spiegelung eine große Bedeutung. Berührt sich doch in diesen Punkten die reale und die virtuelle Welt des Spiegelbildes. Wird durch einen realen Spiegel eine symmetrische Figur erzeugt, so entspricht eben diese Grenzlinie der Symmetrieachse der Figur.



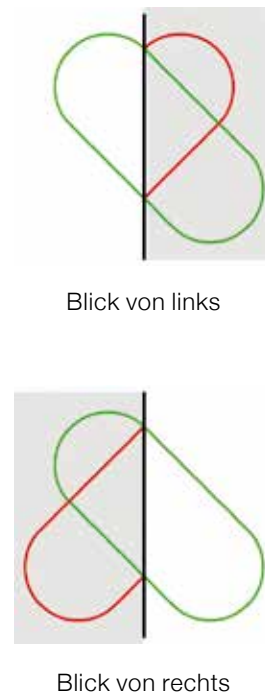
## MATHEMATISCHE SPIEGELUNG



## ZWEISEITIGER SPIEGEL



## HALBDURCHLÄSSIGER SPIEGEL



Konstruiert man zu einer vorgegebenen Figur ihr mathematisches Spiegelbild, sind stets beide gleichzeitig repräsentiert (vgl. Mathematische Spiegelung). Bei einem physikalischen Spiegel machen sich hingegen einige der für den Alltagsbegriff etwa beim „Vorspiegeln falscher Tatsachen“ typischen Aspekte bemerkbar. Der Spiegel zeigt nicht nur, er verbirgt auch. Kreuzt der Spiegel die ursprüngliche Figur, so verdeckt er von ihr den Teil, der vom Betrachter aus auf der Halbebene hinter dem Spiegel liegt. Figur und Bildfigur können in diesen Fällen nie gleichzeitig ganz betrachtet werden (vgl. zweiseitiger Spiegel).

Dies kann weder durch einen beidseitig verspiegelten Spiegel noch durch einen halbdurchlässigen Spiegel wirklich behoben werden.

Zusätzlich sieht der Betrachter aufgrund der endlichen Ausdehnung des Spiegels das virtuelle Bild des gespiegelten Halbraumes immer nur wie durch einen Fensterausschnitt. Welchen Ausschnitt er sieht, hängt dabei von seinem Beobachtungsort ab. Möchte ein Beobachter einen bestimmten Teil des Bildes sehen, so muss er sich schon geeignet positionieren.

## Implikationen für den Unterricht

— Erfahrungen mit Spiegeln zu sammeln, ist äußerst wichtig. Die damit verbundene Fokussierung auf „halbe“ Figuren kann allerdings zu einem verkürzten und wenig tragfähigen Symmetriebegriff verführen. Nicht verwunderlich sind dann Formulierungen wie: „Eine Figur ist achsensymmetrisch, wenn man Sie in zwei gleiche Hälften zerlegen kann.“

Abgesehen davon, dass derartige Formulierungen fast immer falsch sind (wie übrigens obige auch, man denke etwa an ein nicht achsensymmetrisches Parallelogramm), geht dabei auch der viel tragfähigere und bedeutsamere Aspekt der Unveränderlichkeit (Invarianzaspekt) verloren. Achsensymmetrie sollte also spätestens dann, wenn die Achsenspiegelung als mathematische Abbildung vorliegt, als die Eigenschaft einer Figur definiert werden, „unter einer geeigneten Achsenspiegelung auf sich selbst abgebildet werden zu können“. Die Beziehung zu der vorher aufgebauten Vorstellung der Vereinigung einer Figur mit ihrem Spiegelbild muss dabei natürlich diskutiert werden.

Wo aber hilft uns nun die sprachliche Analyse? Besonders gewinnbringend ist z.B. der Blick auf den verdeckenden Aspekt des Spiegels bei Aufgaben wie sie in

dem wunderbaren Schülerarbeitsheft „Spiegeln mit dem Spiegel“ von – ja, man glaubt es kaum – Hartmut Spiegel (Spiegel, 1996) zu finden sind: Es werden Figuren (vgl. Abb. 3) vorgegeben. Mit Hilfe eines Spiegels sollen neue Figuren (Abb. 4 bzw. Abb. 5) erzeugt werden, indem der Spiegel an die passende Stelle der vorgegebenen Figur angelegt wird (Abb. 6).



Abb. 3: Ausgangsbild Bären



Abb. 4: Bärenaufgabe 1



Abb. 5: Bärenaufgabe 2



Abb. 6: Lösung der Bärenaufgabe 1

Diese Aufgaben sind äußerst motivierend und regen (nicht nur) Schülerinnen und Schüler nahezu jeden Alters zu einer intensiven explorativen Auseinandersetzung mit dem Thema Spiegelung an. Hier können wichtige Erfahrungen mit Spiegelbildern auf spielerische Art gesammelt werden. Man mag glauben, dass derartige Aufgaben für Erwachsene völlig problemlos zu lösen wären. Überraschenderweise sind aber bei bestimmten Aufgaben immer wieder teils erhebliche Schwierigkeiten zu beobachten. Versuchen Sie doch einmal selbst einen Spiegel auf den Text OMA so zu stellen, dass als Zielfigur Abb. 8 erzeugt wird.

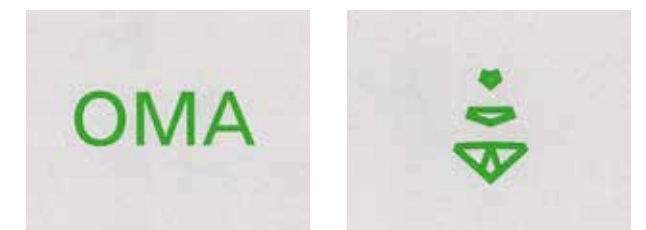


Abb. 7: Ausgangsbild OMA (links)

Abb. 8: Schwere OMA-Aufgabe (rechts)

Für die auftretenden Schwierigkeiten gibt es einige objektive Kriterien. Als schwieriger werden etwa Aufgaben empfunden, bei denen der Spiegel schräg und nicht parallel zu einer Blattkante aufgestellt werden muss. Die Bärenaufgabe 2 ist somit gegenüber der Bärenaufgabe 1 als schwieriger zu bewerten. Die Fixierung durch vielfältige Alltagserfahrungen auf insbesondere vertikale Symmetrieachsen soll hier bewusst angesprochen werden.

Oft ist zu beobachten, dass selbst nach einer gelungenen groben Ausrichtung des Spiegels die Feinjustierung Schwierigkeiten macht. Ein wesentlicher Aspekt erfolgreichen Problemlösens kann hier erlebt werden. Weniger erfolgreiche Problemlöserinnen und Problemlöser zeichnen sich oft dadurch aus, dass sie einen nicht

zielführenden Ansatz sofort wieder ganz verwerfen, anstatt diesen durch geeignete Modifikationen an das Ziel anzupassen. Beim Positionieren des Spiegels kann die Kraft des gezielten Modifizierens besonders gut erfahrbar gemacht werden. Dazu ist es aber nötig, kleine Veränderungen bewusst durchzuführen und zu beobachten, wie sich diese auf das Ergebnis auswirken. Dringend muss die Lehrkraft dazu anregen! Wie verändern sich Winkel beim Drehen des Spiegels, wie die Abstände beim Verschieben? Allein die Erkenntnis, dass nur (Parallel-)Verschiebungen senkrecht zur Spiegelebene relevant sind, da eine Verschiebung entlang des Spiegels nicht substantiell etwas ändert, ist eine wichtige Erkenntnis.

Es kann aber auch gezielt nach prägnanten Punkten gesucht werden, die auf der Symmetrieachse liegen (Abb. 9). Hat man einen solchen Punkt identifiziert, kann man den Spiegel auf diesem fixieren und um diesen soweit drehen (Abb. 10), bis auch der Rest des Bildes passt (Abb. 11).

Ein erheblicher Einfluss auf die Aufgabenschwierigkeit liegt in den Anforderungen bei der Identifikation der Teile der Figur, die für das zu erzielende Bild relevant sind. Diese ist vor allem dann herausfordernd, wenn die verdeckende Eigenschaft des Spiegels besonders zum Tragen kommt, der relevante Bildteil also nur einen kleinen vielleicht sogar unscheinbaren Teil der Ausgangsfigur darstellt.

Je ähnlicher sich all die möglichen kleinen Teile des Ausgangsbildes sind, umso schwieriger wird es zudem, den Überblick zu behalten und gezielt auszuwählen.

Verblüffenderweise ist es aber oft auch nur das Verharren in allzu starren Positionen, das die Lösungsfindung erschwert. So konnte der Autor in einer Lehrerfortbildung beobachten, wie die in einer Partnerarbeit rechts sitzende Kollegin, die aus dem Wort OMA durch den Einfachspiegel das Wort AMA erzeugen wollte, geschei-

tert ist, obwohl sie den Spiegel bereits an die richtige Stelle gehalten hatte. Da sie aber die verspiegelte Seite naturgemäß ihrer links sitzenden Partnerin zuwenden wollte, entstand das Wort OMO. Sich aus dieser Situation zu lösen und den Spiegel umzudrehen, war ihr nicht möglich gewesen.

Ganz ähnliche Probleme treten bei der eingangs gestellten OMA-Aufgabe (Abb. 8) auf. Auch hier wirkt sich der verdeckende Aspekt des Spiegelns aus. Naturgemäß blickt man schräg von vorne auf ein Blatt. Ein aufgestellter Spiegel verdeckt damit insbesondere den hinteren Teil des Blattes. Beinhaltet aber gerade dieser den gesuchten Teil des Ausgangsbildes, so wird eine Lösungsfindung besonders schwer. Vielleicht hatten Sie die obige eingangs gestellte OMA-Aufgabe bereits spontan lösen können. Wenn nicht, sollten Sie es jetzt noch einmal probieren!

Wenn eine solche Aufgabe dann immer noch Probleme bereitet, hilft es, die Zielfigur in Abb. 8 halbseitig durch ein Stück Papier auf der einen oder anderen Seite abzudecken. Dies können Sie auch ausprobieren, wenn Sie gerade keinen Spiegel zur Hand haben. Es ist wirklich verblüffend, wie leicht man damit den gesuchten Teil in der Ausgangsfigur identifizieren kann.

Man würde den notwendigen explorativen Erfahrungen allerdings nicht gerecht werden, wenn man solche Strategien allzu vorzeitig bekannt macht. Hier muss man sich als Lehrperson zügeln, um nicht zu früh einzugreifen. Gerade die Suche nach eigenen geeigneten Strategien ist ein wesentliches Lernziel. Die Aufgabe der Lehrkraft liegt vor allem darin, behutsam dazu anzuleiten und diese Prozesse zu moderieren. Um hier lenkend einzugreifen, genügen häufig auch schon kleine Hinweise. Früher oder später finden sich immer genügend gewitzte Kinder, deren Hinweise aufgenommen und für die gesamte Klasse verfügbar gemacht werden können.

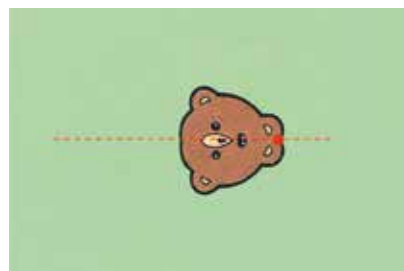


Abb. 9: Punkt auf Symmetrieachse

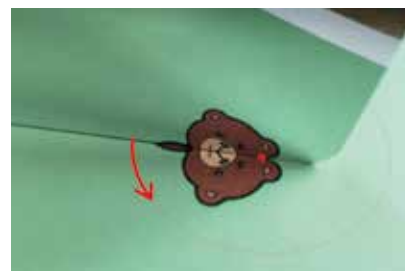


Abb. 10: Drehung um Fixpunkt



Abb. 11: Lösung

Abb. 9–11: © Ernst Klett Verlag GmbH

Und so bleibt dem Autor nur noch zu hoffen, dass die Leserinnen und Leser das Wörtlichnehmen der Alltagsbegriffe nicht nur als *Eulenspiegelerei* abtun, sondern ähnlich wie in den oben erwähnten *Spiegelschriften* zumindest eine Handlungsanregung für sich erkennen. Und wenn Lehrerinnen und Lehrer für Ihre Schülerinnen und Schüler eine noch größere Herausforderung suchen, dann lohnt sich ein Blick in das Arbeitsheft „Spiegeln mit dem Spiegelbuch“ (Wittmann, 1997).



**Prof. Dr. Mutfried Hartmann** studierte Mathematik und Physik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Nach einer mehrjährigen Lehrtätigkeit im Gymnasium promovierte er am dort am Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Vernetzung und Nachhaltigkeit des Mathematikunterrichts, heuristischen Strategien sowie dem Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht.



- DYLAN, EVANS (2002): Spiegelstadium. In: Ders.: Wörterbuch der Lacanschen Psychoanalyse. Wien: Turia + Kant. S. 277-279
- ESER, THOMAS (2001) Augsburger Anamorphosen des 18. Jahrhunderts. In: Paas, John Roger (Hrsg.). Augsburg, die Bilderfabrik Europas: Essays zur Augsburger Druckgraphik der Frühen Neuzeit. Augsburg, [173]-188 (Schwäbische Geschichtsquellen und Forschungen; 21)
- [HTTP://ARCHIV.UB.UNI-HEIDELBERG.DE/ARTDOK/VOLLTEXTE/2015/3037](http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/artdok/volltexte/2015/3037) (Stand: 15.03.2016)
- SPIEGEL, HARTMUT, HRSG. WITTMANN ERICH CH., MÜLLER, GERHARD N., ILLUSTR.: ROLF BURSE (1996). Spiegeln mit dem Spiegel. Arbeitsheft. Stuttgart: Ernst Klett Verlag GmbH.
- HAUSSIG; HANS-WILHELM (HRSG.) (1994). Wörterbuch der Mythologie. Stuttgart: Klett-Cotta.
- WITTMANN, ERICH C.; MÜLLER, GERHARD (1997) Spiegeln mit dem Spiegelbuch. Stuttgart: Ernst Klett Verlag GmbH.

Abb. 3 - 11 aus: Spiegel, Hartmut, Hrsg. Wittmann Erich Ch., Müller, Gerhard N., Illustr.: Rolf Burse (1996). Spiegeln mit dem Spiegel. Arbeitsheft. Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart





---

# Beratungsstelle Rechenstörungen: Mathematische Schwierigkeiten diagnostizieren und überwinden

---

SEBASTIAN WARTHA

## Besondere Schwierigkeiten in Mathematik

— Da Taschenrechner heutzutage überall verfügbar sind, ist es im Alltag und Beruf durchaus verzichtbar, Rechnungen wie  $231 - 168$  oder  $845 : 73$  schnell und sicher im Kopf ausführen zu können. Problematisch ist hingegen, wenn zu mathematischen Inhalten keine

entsprechenden Grundvorstellungen (vom Hofe, 1995) aufgebaut sind. Grundvorstellungen ermöglichen die Interpretation von mathematischen Symbolen wie Zahlen und Operationen in anschaulichen Kontexten wie Zeichnungen, Handlungen oder Textaufgaben. Ohne solche Grundvorstellungen kann nicht entschieden werden, wie Situationen des Alltags in mathematische Terme übersetzt werden und wie Zahlen interpretiert, verglichen und in Bezug gesetzt werden. Besondere

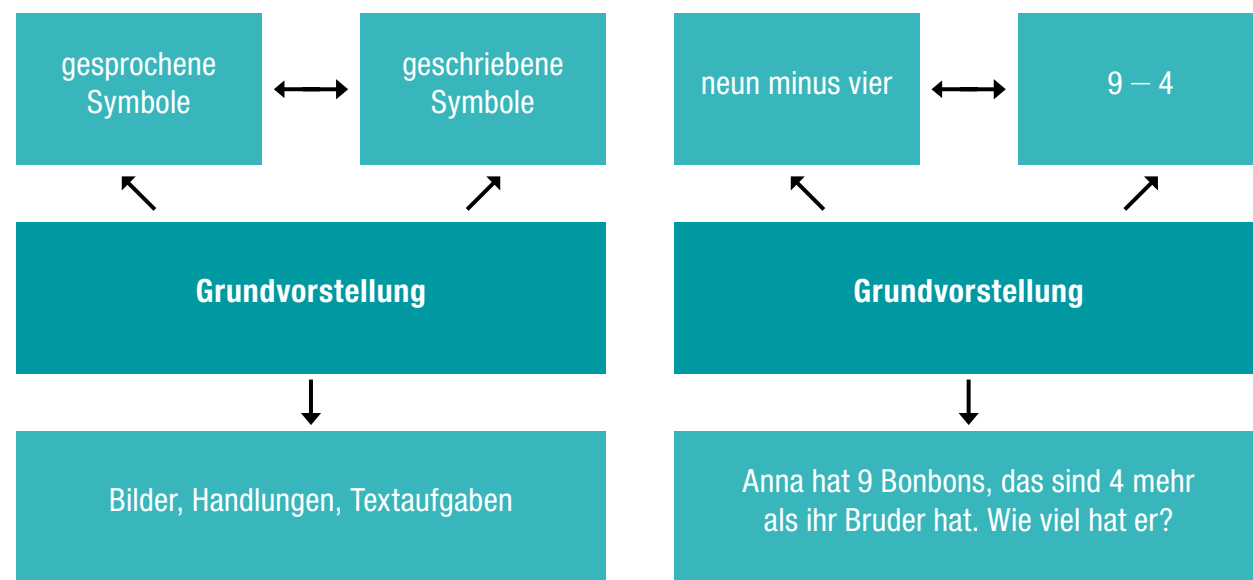


Abb. 1: Grundvorstellungen ermöglichen Übersetzungen

Schwierigkeiten in Mathematik sind daher vor allem im Bereich mangelhaft ausgebildeter Grundvorstellungen zu suchen (Wartha & Schulz, 2012; Schipper et al., 2011).

Grundvorstellungen haben eine besondere Bedeutung beim Mathematiklernen, da sie auch durch technische Hilfsmittel nicht kompensiert werden können. Betroffene erfahren ohne Grundvorstellungen nicht nur im Berufsleben, sondern auch in alltäglichen Situationen massive Beeinträchtigungen (Wartha & Schulz, 2012). Große Vergleichsuntersuchungen wie PISA oder TIMSS (Bos et al., 2012; Klieme et al., 2010) weisen regelmäßig auf eine sog. Risikogruppe von rund 20 % der Lernenden hin. Hierunter werden Menschen verstanden, die aufgrund ihrer niedrigen mathematischen Kompetenzen erhebliche Schwierigkeiten in Beruf und Alltag haben.

Diesem Problem gegenüber stehen Lehrkräfte, die häufig in Bezug auf ihre Ausbildung und von der Schuladministration nicht genügend unterstützt werden. So zeigen aktuelle Studien, dass zahlreiche Lehrpersonen zwar die Schwierigkeiten und Lernhürden der Kinder wahrnehmen, diese jedoch oft nicht präzise beschreiben und *passende* Interventionen anbieten können (Schulz, 2014).

## Zielsetzung der Beratungsstelle Rechenstörungen

Die Beratungsstelle Rechenstörungen der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe (PH) hat zum Ziel,

- ① Lernenden zu helfen, die besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen haben,
- ② Lehrkräfte in der Aus- und Weiterbildung gezielt in der Diagnose und Förderung zu unterstützen und
- ③ die empirische Forschung im Bereich gelingender und misslingender mathematischer Lernprozesse auszubauen.

Die Beratungsstelle hat somit zunächst die Funktion ① einer *Serviceeinrichtung*. Es werden Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit schwerwiegenden Schwierigkeiten beim Mathematiklernen telefonisch beraten (jährlich rund 50 Gespräche), individuell und prozessorientiert diagnostiziert (jährlich rund 40) und individuell gefördert (ca. 30 pro Semester).

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt der Beratungsstelle liegt ② im Bereich der praxisorientierten und forschungsbasierten *Lehre*. Die Förderung der Kinder und Jugendlichen findet im Rahmen von Lehrveranstaltungen und Praktika in den Studiengängen des Lehramts Primarstufe statt. Der praktischen Diagnose- und Förderarbeit mit den Kindern geht eine intensive Einführung und Auseinandersetzung mit dem Thema Rechenschwäche in Theorie und Praxis voraus. Alle Diagnosen und Förderungen werden im Rahmen von Lehrveranstaltungen intensiv vorbereitet und reflektiert. Dabei bildet der Aufbau diagnostischer Kompetenzen bei den Studierenden den Schwerpunkt. Dieser stützt sich besonders auf die Analyse von Denk- und Lernprozessen der zu fördernden Kinder. Von den Studierenden werden individuelle Förderangebote geplant, durchgeführt und evaluiert. Diese Arbeit dient auch als Vorbereitung auf die spätere Unterrichtstätigkeit und einen kompetenten Umgang mit leistungsschwachen

chen Schülerinnen und Schülern. Zusätzlich bietet die Beratungsstelle Rechenstörungen für Lehrerinnen und Lehrer Beratungsgespräche sowie Lehrerfortbildungen (ca. 40 pro Jahr) und einjährige Qualifizierungsreihen (derzeit drei parallel) in allen Schulstufen und -arten an.



Abb. 2: Die Mitarbeiter der Beratungsstelle Rechenstörungen: Matthias Kaltenbach, Mark Sprenger, Marion Selg, Sebastian Wartha, Lukas Finke

Weitere Ziele der Beratungsstelle sind ③ Forschungstätigkeiten sowie die Bereitstellung der empirisch fundierten Erkenntnisse für die Lehre und deren wissenschaftliche Veröffentlichung. Es werden zahlreiche Zulassungs- und Qualifikationsarbeiten im Kontext der Arbeit mit rechenschwachen Kindern angefertigt. Mit den Kindern, die wöchentlich an die Hochschule zur Förderung kommen, werden Pilotierungsstudien für empirische Untersuchungen durchgeführt. Inhaltlich steht einerseits die nähere Untersuchung von Bedingungsfaktoren gelingender und misslingender mathematischer Lernprozesse im Fokus, beispielsweise die Untersuchung der Entwicklung des Stellenwertverständnisses im Rahmen der Dissertation von Marina Fromme, andererseits die Evaluation der Wirksamkeit von unterschiedlichen Weiterbildungsangeboten auf der Ebene der Lehrpersonen (Projekt QUASUM mit Mark Sprenger und Frank Lipowsky der Universität Kassel).

## Diagnose von besonderen Schwierigkeiten

In den vergangenen 15 Jahren sind verschiedene Tests entwickelt worden, die geeignet sind, die mathematischen Leistungen von Lernenden zu prüfen und Kinder mit besonderen Schwierigkeiten beim Rechnen (Rechenschwäche, Dyskalkulie) zu identifizieren (Lorenz, 2012; Ricken & Fritz, 2009).

Einige dieser Tests (z. B. ZAREKIR, vgl. Aster et al., 2006) werden häufig im Zusammenhang mit Anträgen auf Eingliederungshilfe nach § 35a SGB VIII verwendet. Die Testergebnisse tragen zu einem eindeutigen, auch einem Prozess vor dem Verwaltungsgericht standhaltenden Urteil über das Vorliegen einer Dyskalkulie im Sinne der Diskrepanzdefinition der WHO bei. Förderpläne sind aus den Testergebnissen jedoch in aller Regel nicht ableitbar. Denn aus besonders unterdurchschnittlichen Leistungen in einem Inhaltsbereich kann nicht automatisch abgeleitet werden, dass genau in diesem Inhaltsbereich die Förderung ansetzen soll: Eventuell müssen zurückliegende Inhaltsbereiche auch berücksichtigt werden (Schipper, 2009; Schipper et al., 2011; Wartha et al., 2008).

Um betroffenen Lernenden adäquate Unterstützung anbieten zu können und um Lehrpersonal gezielt für Lernhürden und deren Überwindung zu sensibilisieren, ist eine qualifizierte und individuelle Diagnostik unverzichtbar. Jeder Förderung im Rahmen der Beratungsstelle geht daher eine Erstdiagnose voraus, die von Mitarbeitenden oder qualifizierten Studierenden durchgeführt wird. Für die Entwicklung von Förderplänen und Lernformaten ist es unverzichtbar, dass sich die Diagnostik nicht auf die Anzahl richtiger oder falscher Lösungen beschränkt. Wichtiger ist die Erfassung der Bearbeitungsprozesse. Neben der Korrektheit der Lösungen ist der Erwerb tragfähiger Lösungsstrategien ein mindestens ebenso wichtiges Unterrichtsziel: Eine richtige Antwort ( $58 + 6 = 64$ ) kann beispielsweise über Weiterzählen oder durch Verwendung des schriftlichen Algorithmus ermittelt worden sein. Beide Bearbeitungswege werden jenseits der ersten Jahrgangsstufe aber als problematisch bewertet. Auch gibt allein die Tatsache, dass eine Bearbeitung falsch ist, noch keinen Hinweis auf Fördermaßnahmen. Entscheidend ist die Art des Fehlers bzw. der Weg dorthin:

Bei  $58 + 6 = 63$  können fehlerhafte Zählstrategien zum Einsatz gekommen sein, bei  $58 + 6 = 46$  können Probleme beim Stellenwertverständnis (vierundsechzig als 46) vorliegen. Die Förderung muss in beiden Fällen völlig unterschiedliche Schwerpunkte thematisieren.

Daher liegt der Fokus bei der Diagnose arithmetischer Kompetenzen auf den von den Lernenden verwendeten Lösungsprozessen. Diese prozessorientierte Diagnostik kann beispielsweise durch Methoden des



„lauten Denkens“ umgesetzt werden (Ricken, 2003; Wartha & Schipper, 2013; Schipper, 2007).

Inhaltlich beschränkt sich die Diagnose nicht auf Themen aus dem Unterricht der jeweiligen Jahrgangsstufe. Die Arithmetik erfordert in hohem Maße aufeinander aufbauende Lernprozesse. Werden Teilbereiche nicht gelernt, dann kann das nicht erworbene Wissen eine unüberwindbare Hürde bleiben und erfolgreiches Weiterlernen verhindern. Zentrale Inhalte bei besonders großen Schwierigkeiten sind altersunabhängig

- ▶ das Darstellen und Auffassen von Zahlen,
- ▶ Wissen um die Zerlegungen der Zahlen bis einschließlich 10,
- ▶ Rechenstrategien im Zahlenraum bis 100,
- ▶ tragfähige Arbeitsmittel sowie Grundvorstellungen zu den vier Grundrechenarten.

Die Beobachtungsschwerpunkte liegen bei allen Bearbeitungswegen auf den Hauptsymptomen für besondere Schwierigkeiten (Wartha & Schulz, 2012; Schipper et al., 2011):

- ① **Zählprozesse:** Treten bei der Zahldarstellung, -auffassung und beim Rechnen Zählprozesse auf oder können die Aufgaben effektiv bearbeitet werden? Sind die Voraussetzungen für das Überwinden der zählenden Vorgehensweisen erworben?
- ② **Stellenwertverständnis:** Zwei- und mehrstellige Zahlen werden im dezimalen Stellenwertsystem geschrieben und gesprochen. Probleme beim Stellenwertverständnis (z.B. Zahlendreher vierundsechzig als 46) verhindern den Aufbau von Grundvorstellungen zu Zahlen. Werden die Stellenwerte richtig zugeordnet? Sind die Beziehungen zwischen den Stellenwerten klar?
- ③ **Übersetzungsprozesse:** Grundvorstellungen werden untersucht, indem Lernende aufgefordert werden, zwischen den mathematisch-symbolischen und den anschaulichen Darstellungsebenen zu wechseln. Werden Zahlen sicher als Menge mit Material oder als Position am Zahlenstrahl dargestellt? Können zu Textaufgaben passende Terme angegeben werden?

## Förderung

Das Ziel der Förderung ist der Aufbau von Grundvorstellungen zu Zahlen und zu Rechenoperationen. Hierbei spielt die Überwindung von Zählstrategien und die Ausbildung eines tragfähigen Stellenwertverständnisses eine zentrale Rolle. Grundvorstellungen sind *gedankliche* Modelle. Passende Arbeitsmittel werden eingesetzt, um ausgehend von konkreten Modellen die Ausbildung der gedanklichen Modelle zu unterstützen. Hierbei ist der Prozess vom konkreten Handeln zum vorgestellten Operieren häufig kein „Selbstläufer“ und wird in der Förderung gezielt unterstützt. Hilfreich für

die Dokumentation von diagnostizierten Erkenntnissen und Förderfortschritten sowie für die Planung von Lernformaten hat sich das „Vierphasenmodell“ (Wartha et al., 2014; Wartha & Schulz, 2012) erwiesen:

<b>1 DAS KIND HANDELT AM GEEIGNETEN MATERIAL.</b> Die mathematische Bedeutung der Handlung wird beschrieben. Versprachlichen der Handlung und der mathematischen Symbole.
<b>2 DAS KIND BESCHREIBT DIE HANDLUNG MIT SICHT AUF DAS ARBEITSMITTEL.</b> Es handelt jedoch nicht mehr selbst, sondern diktiert einem Partner die Handlung und kontrolliert den Handlungsprozess.
<b>3 DAS KIND BESCHREIBT DIE MATERIALHANDLUNG OHNE SICHT AUF DAS MATERIAL.</b> Es wird darauf hingewiesen, sich die Handlung – die für das Kind unsichtbar von einem Partner durchgeführt wird – vorzustellen.
<b>4 DAS KIND BESCHREIBT DIE MATERIALHANDLUNG „NUR“ IN DER VORSTELLUNG.</b> Aktivierung eines Handlungszusammenhangs auch bei symbolisch formulierten Aufgaben.

Tabelle 1: Vierphasenmodell vgl. (Wartha & Schulz, 2012)

Um den Prozess der kontinuierlichen Verinnerlichung der Handlungen zu unterstützen ist die Wahl der verwendeten Arbeitsmittel nicht trivial. Die didaktischen Materialien müssen strukturell mit den aufzubauenden Inhalten bzw. Strategien übereinstimmen und so geschaffen sein, dass sie auch in der Vorstellung verwendet werden können. In Bezug auf die nichtzählende Zahldarstellung erfüllt der Hunderterrechenrahmen mit Farbwechseln nach fünf Einern und Zehnern diese Bedingungen (Schulz & Wartha, 2011).

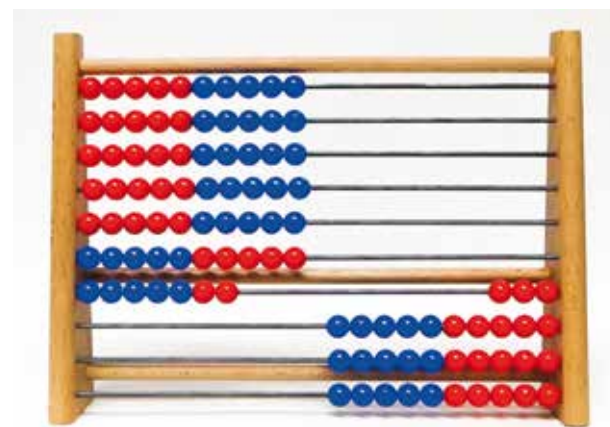


Abb. 3: Die Zahl 67 am Hunderterrechenrahmen

Beispielaufgaben im Vierphasenmodell sind:

- 1 Stelle 76 mit wenigen Fingerstreichen am Rechenrahmen ein.
- 2 Beschreibe, wie 97 am Rechenrahmen schnell eingestellt wird?
- 3 Am Rechenrahmen hinter dem Sichtschirm sind 5 ganze Zehner eingestellt. Dann werden 2 Einer weggeschoben. Beschreibe das Ergebnis. Wie heißt die Zahl?
- 4 Stelle dir vor, du sollst 54 einstellen. Was müsstest du tun?

## Organisation der Förderung



Abb. 4: Studierendentandem fördert in Phase 3 mit Sichtschirm

An der Beratungsstelle Rechenstörungen werden verschiedene Angebote für die Förderung organisiert. Es sei an die doppelte Zielsetzung erinnert, dass nicht nur die betroffenen Lernenden qualifiziert unterstützt, sondern auch Studierende praxisnah, fallbezogen und umfassend ausgebildet werden sollen.

Im Rahmen von *Hauptseminaren* können Studierende in Zweiergruppen jeweils ein Kind über ein Semester hinweg fördern. In Rahmen der begleitenden Lehrveranstaltungen werden die Studierenden auf ihre Fördertätigkeiten durch die Diskussion theoretischer Konzepte und konkreter Fallstudien gründlich vorbereitet. Studierende qualifizieren sich zunächst theoretisch für das Themenfeld „besondere Schwierigkeiten beim Lernen von Mathematik“, anschließend setzen sie diese Kenntnisse in der praktischen Förderarbeit um. In den Hauptseminaren zur Thematik findet ein intensiver Austausch über spezifische Lernhürden, an-

gemessene Übungs- und Lernumgebungen sowie die Möglichkeiten individueller prozess- und kompetenzorientierter Diagnose statt. Pro Kurs werden vier bis fünf Studierendentandems betreut. Die wöchentliche Förderung des Kindes endet mit dem Semester und wird mit einem Abschlussbericht und einem Elterngespräch abgerundet.

Seit einigen Semestern wird an der Südschule Karlsruhe das *Förderpraktikum* durch PH-Studierende im Integrierten Semesterpraktikum (ISP) durchgeführt. In der Regel werden insgesamt 16 Kinder der Jahrgangsstufen zwei bis vier von acht Studierenden in einer Doppelstunde pro Woche individuell gefördert. Es arbeiten immer zwei Studierende mit vier Kindern zusammen. Die Kindergruppen durchlaufen in der Doppelstunde vier Stationen, deren Inhalte von jeweils einem Studierenden-Tandem gestaltet werden. Die Studierenden haben bereits in der Blockphase des ISP vor der Betreuung durch den Hochschullehrer intensiv in den Klassen hospitiert, um durch Unterrichtsbeobachtungen und Gespräche mit Lehrkräften geeignete Kinder auszuwählen. Zudem können die Studierenden in einer Blockveranstaltung (Teil der Lehrveranstaltung „Diagnose und individuelle Förderung“) konnten die fachlichen und methodischen Grundlagen erwerben, die für eine Erstdiagnose nötig sind. In den ersten beiden Doppelstunden werden von jedem Studierenden-Tandem vier Erstdiagnosen durchgeführt und videographiert. Auf dieser Grundlage können die Schülerinnen und Schüler in vier Gruppen eingeteilt werden, die in den Förderdoppelstunden gemeinsam die Stationen durchlaufen.

Ab dem Schuljahr 2016/17 wird von der Beratungsstelle Rechenstörungen ein weiteres Format angeboten. Es handelt sich um eine einwöchige *Sommerschule* im September vor Schulbeginn. Zielgruppe sind Schülerinnen und Schüler der zweiten und dritten Jahrgangsstufe, bei denen nicht bewältigte Lernhürden vor dem Start ins neue Schuljahr intensiv thematisiert und überwunden werden sollen. Die Förderung soll in Vierergruppen organisiert werden, die jeweils von von zwei Studierenden betreut werden. Optimalerweise handelt es sich bei den Studierendentandems um jeweils eine „Expertin oder einen Experten“ aus dem Förderpraktikum der Südschule und eine „Novizin oder einen Novizen“, die oder der in der gemeinsamen Reflexion und Planung die Kompetenzen für die Diagnose und Förderung erwirbt. Eine Lehrveranstaltung ermöglicht die Supervision und den Austausch über die Arbeit mit den Kindern.

Schließlich werden von der Beratungsstelle Rechenstörungen kostenpflichtige Förderungen in Einzel- und Gruppenarbeit angeboten. Diese werden ausschließlich von Personen ausgeführt, die sich im Hauptseminar, Förderpraktikum oder in der Sommerschule qualifi-

ziert haben. Die Nachfrage übertrifft derzeit deutlich das Angebot an qualifizierten Förderpersonen.



Weitere Informationen und Kontaktdaten stehen auf der Homepage der Beratungsstelle:

[www.ph-karlsruhe.de/beratungsstelle](http://www.ph-karlsruhe.de/beratungsstelle)



**Prof. Dr. Sebastian Wartha** ist Leiter des Instituts für Mathematik und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. Nach einem Lehramtsstudium in Mathematik und Physik an der Universität Regensburg promovierte er dort im Kontext des PISA-Längs-

schnittes PALMA zum Thema Bruchzahlen. Im Rahmen der weiteren wissenschaftlichen Qualifikation arbeitete er über vier Jahre am Institut für Didaktik der Mathematik (IDM) der Universität Bielefeld bei Prof. Dr. Schipper. Seit 2010 forscht und lehrt er an der PH Karlsruhe, wo er die Beratungsstelle Rechenstörungen leitet.



ASTER, MICHAEL; HORN, RALF; WEINHOLD-ZULAUF, MONIKA (2006): ZAREKI-R Testverfahren zur Dyskalkulie bei Kindern - Revidierte Fassung. Frankfurt: Pearson.

BOS, WILFRIED; WENDT, HEIKE; KÖLLER, OLAF; SELTER, CHRISTOPH (HRSG.) (2012): TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, München [u.a.]: Waxmann.

KLIEME, ECKHARD; ARTELT, CORDULA; HARTIG, JOHANNES; JUDE, NINA; KÖLLER, OLAF; PRENZEL, MANFRED; SCHNEIDER, WOLFGANG; STANAT, PETRA (HRSG.) (2010): PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Münster: Waxmann.

LORENZ, JENS-HOLGER (2012): Kinder begreifen Mathematik. Frühe mathematische Bildung und Förderung. Stuttgart: Kohlhammer.

RICKEN, GABI; FRITZ, ANNEMARIE (2009): Überblick über Ansätze zur Diagnostik arithmetischer Kompetenzen. In: Fritz, Annemarie (Hrsg.) (2009): Handbuch Rechenschwäche. Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie. Erw. und aktualisiert. Weinheim, Basel: Beltz, S. 308 - 331

SCHIPPER, WILHELM (2009): Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen. Braunschweig: Schroedel.

SCHIPPER, WILHELM; WARTHA, SEBASTIAN; SCHROEDERS, NICOLAI VON (2011): BIRTE 2 - Bielefelder Rechentest für das 2. Schuljahr: Bielefelder Rechentest für das 2. Schuljahr / Handbuch mit CD-ROM. Braunschweig: Schroedel.

SCHULZ, AXEL (2014): Fachdidaktisches Wissen von Grundschullehrkräften: Diagnose und Förderung bei besonderen Problemen beim Rechnenlernen. Heidelberg: Springer.

SCHULZ, AXEL; WARTHA, SEBASTIAN (2011): Material im Mathematikunterricht: Risiken und Chancen. In: MNU primar, S. 49-59.

VOM HOFE, RUDOLF (1995): Grundvorstellungen mathematischer Inhalte. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum, Akademischer Verlag.

WARTHA, SEBASTIAN; ROTTMANN, THOMAS; SCHIPPER, WILHELM (2008): Wenn Üben einfach nicht hilft - Prozessorientierte Diagnostik verschleppter Probleme aus der Grundschule. In: Mathematik lehren, 150, S. 20-25.

WARTHA, SEBASTIAN; SCHULZ, AXEL (2012): Rechenproblemen vorbeugen: Grundvorstellungen aufbauen: Zahlen und Rechnen bis 100. Diagnoseleitfaden online. Berlin: Cornelsen.

WARTHA, SEBASTIAN; SCHULZ, AXEL; BANK, WALTRAUD; WADEHN, HEIKE (2014): Rechenproblemen vorbeugen und Diagnosekompetenz erweitern. In: Fischer, Claudia (Hrsg.) (2014): Zusammenwirken - zusammen wirken: Unterrichtsentwicklung anstoßen, umsetzen, sichern. Seelze: Klett / Kallmeyer, S. 75-84.

# Drei Thesen zur Informatik in der Schule und an den Pädagogischen Hochschulen

ULRICH KORTENKAMP

- 1 Die Weiterentwicklung des Einsatzes von digitalen Medien in der Bildung bedarf der Unterstützung von Fachleuten. Informatik aus pädagogischer Sicht kann nur kompetent durch akademisches Personal entwickelt werden, welches in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung aktiv ist. Das geht nur, wenn Informatik auch Ausbildungsfach an den Pädagogischen Hochschulen ist (und/oder bleibt).
- 2 Informatik und algorithmisches Denken sind heutzutage noch wichtiger als schon vor 30 Jahren und erfüllen inzwischen den Allgemeinbildungsanspruch. Zur Teilnahme an demokratischen Prozessen in unserer Gesellschaft gehört das Verständnis von Informatik!
- 3 Digitales Lernen wird heutzutage schon für die Grundschule gefordert - warum sollte es dann aus der Sekundarstufe verschwinden? Selbst wenn kein eigenes Schulfach „Informatik“ existiert, so kann die Integration von Informatik in andere Schulfächer nur dann klappen, wenn zukünftige Lehrerinnen und Lehrer diese informatischen Elemente in ihrem Studium vermittelt bekommen. Dazu bedarf es ausgewiesener Informatik-Professuren an den Pädagogischen Hochschulen!

Insofern ist es unverständlich, wenn die Informatik immer mehr aus den Bildungs- und Studienplänen verschwindet: Hier wird eine Chance vertan, auf dem gerade noch bestehenden Know-How aufzubauen. Schade!



**Ulrich Kortenkamp** ist Professor für Didaktik der Mathematik an der Universität Potsdam. Von 2009-2012 war er Professor für Mathematik und ihre Didaktik an der PH Karlsruhe, wo er auch das Lehramt für das Fach Informatik unterrichtete. Davor war er Professor für Medien-

informatik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd. Neben seinem Engagement für das Lernen mit digitalen Werkzeugen im Mathematikunterricht der Sekundar- und Primarstufe leitet er ab April 2016 in Potsdam das Projekt „Digitales Lernen Grundschule“, welches durch die Deutsche Telekom Stiftung an fünf Standorten gefördert wird.





# Kryptologie im Mathematik- unterricht – Welche Inhalte sind sinnvoll?

THOMAS BORYS

Seitdem die NSA das Handy der Kanzlerin erfolgreich abgehört hat, ist das Thema Datensicherheit in aller Munde und wird Land auf Land ab diskutiert. Doch dabei handelt es sich keineswegs um ein erst heutzutage aktuelles Thema, Menschen hatten schon immer das Bedürfnis, vertraulich miteinander zu kommunizieren, ohne dass ein Dritter diese Kommunikation versteht oder am besten gar nicht mitbekommt. „Die Kryptologie ist eine Jahrtausende alte Wissenschaft“ (Schulz, 2003). Durch die vielen Anwendungen im Umfeld des Computers ist sie heute zu neuer Blüte erwacht und aus dem modernen Leben nicht mehr wegzudenken. Beispiele hierzu sind:

- ▶ das Einloggen auf einem E-Mail Account,
- ▶ das Arbeiten auf einem https-Server, z.B. beim Onlinebanking,
- ▶ die Nutzung von Kreditkarten, Gesundheitskarten, Geldkarten etc.,
- ▶ das Telefonieren mit dem Handy, das mit dem GSM-Standard (Global System for Mobile Communications) arbeitet (Borys, 2013).

In den Schulen wird dieses Thema leider noch nicht ausreichend berücksichtigt, obwohl es von sehr hoher Allgemeinbildungsrelevanz ist (vgl. dazu Borys, 2011). Dieser Beitrag führt übersichtsartig in die Kryptologie ein und stellt exemplarisch zwei Verschlüsselungsverfahren vor. Im Folgenden beschreibt er ein Curriculum,

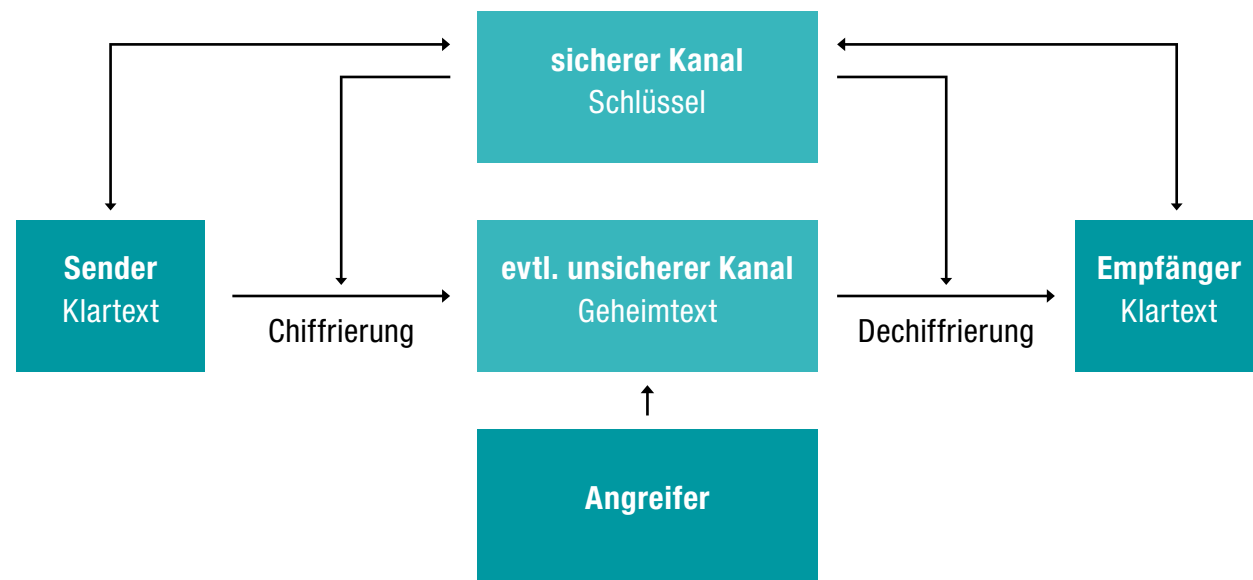


Abb. 1: Schema symmetrischer Verschlüsselungsverfahren (vgl. Borys, 2011)

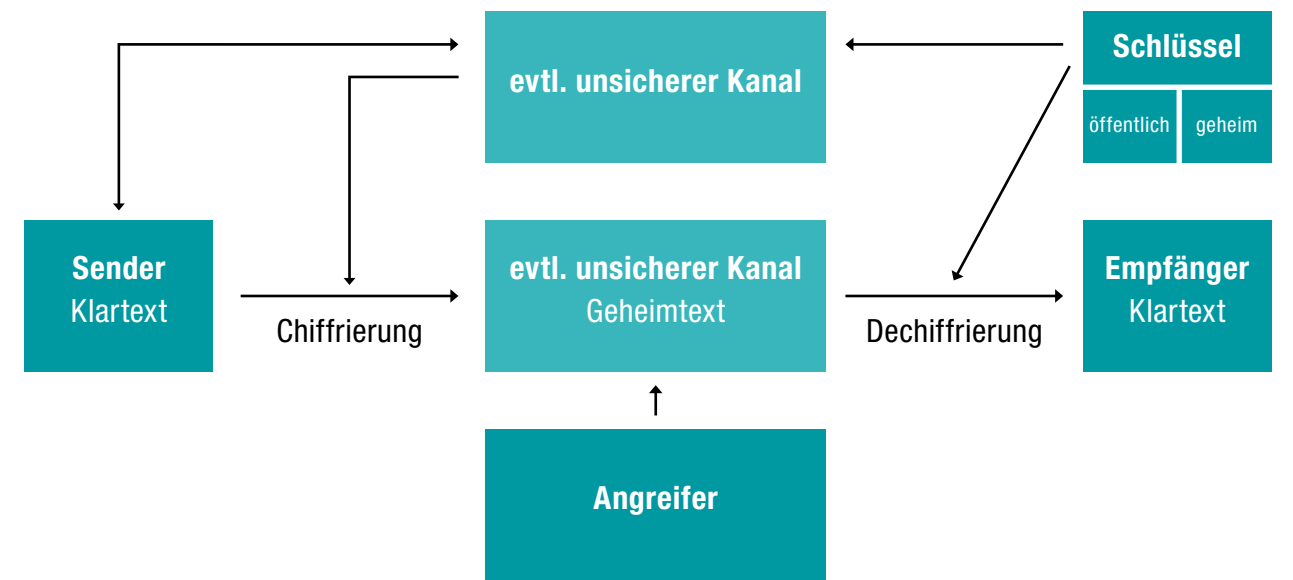


Abb. 2: Schema für die sichere Nachrichtenübertragung mit einem öffentlichen Schlüssel (vgl. Borys, 2011)

das den Lehrkräften hilft, dieses Thema als Querschnittsthema im Rahmen des Unterrichts zu berücksichtigen. Zum Abschluss werden die beiden Projekte „KryptoBox“ und „Krypto im Advent“ vorgestellt, die den Lehrkräften den Zugang zur Kryptologie im Unterricht erleichtern sollen.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit Methoden der zweiten Möglichkeit zur Geheimhaltung, also der Kryptographie.

## Zum Begriff der Kryptologie

Die Kryptologie ist einerseits die Wissenschaft der Geheimhaltung von Information durch Verschlüsselung (Kryptographie). Andererseits beinhaltet sie die Kunst des Entschlüsselns (Kryptoanalyse), die ihrerseits auch die Sicherheit von Verschlüsselungen analysiert. Diese Begriffsauffassung wird den folgenden Ausführungen zugrunde gelegt (Borys, 2011). Andere Auffassungen siehe z. B. Beutelspacher (2005).

Es gibt grundsätzlich zwei Methoden der Geheimhaltung. Die erste Möglichkeit besteht im Verbergen der Existenz einer Information, d.h. alleine durch das Verstecken der Information wird diese geschützt. Diese Methode gehört in den Bereich der Steganographie. Beispiele hierfür sind die Verwendung von Geheimtinte (z.B. Zitronensaft) und der berühmte doppelte Boden. Eine zweite Möglichkeit besteht im Verschleiern der Information, d.h. hier wird die Information durch eine geschickte Verschlüsselung geschützt. Die Methoden hierzu gehören in die Kryptographie (Borys, 2013). Diese gut nachvollziehbare Unterteilung stammt von David Kahn und ist in seinem Buch „The Codebreakers“ (1996) nachzulesen.

## Klassifikation kryptographischer Verfahren

Grundsätzlich kann man kryptographische Verfahren in zwei Typen unterteilen: symmetrische und asymmetrische Verschlüsselungsverfahren. Bei beiden Typen geht man von einem einfachen Nachrichtenübertragungsschema, bestehend aus einem Sender, der eine geheime Nachricht an einen Empfänger richten möchte, aus. Die unverschlüsselte Nachricht des Senders nennt man Klartext (engl. *plain text*). Zur sicheren Nachrichtenübertragung wird der Klartext chiffriert und man erhält den Geheimtext (engl. *cipher text*, *code text*), der tatsächlich gesendet wird. Damit der Empfänger den Klartext lesen kann, muss er ihn erst dechiffrieren. Zum Dechiffrieren braucht er einen Schlüssel (engl. *key*). Bei symmetrischen Verschlüsselungsverfahren haben der Sender und Empfänger diesen vorher über einen sicheren Kanal oder einen Kurier vereinbart.

Da der Sender und der Empfänger den gleichen Schlüssel verwenden, welcher vor der Kommunikation vereinbart wurde, nennt man diese Art des Verfahrens *symmetrische Verschlüsselung*. Beispiele für symmetrische Verschlüsselungen sind die Cäsar-Verschlüsselung, die Vigenère-Verschlüsselung und der Data Encryption Standard (kurz DES).

lung, die Vigenère-Verschlüsselung und der Data Encryption Standard (kurz DES).

Symmetrische Verschlüsselungsverfahren verschlüsseln den Klartext grundsätzlich mit zwei verschiedenen Basistransformationen – einerseits durch Transposition, andererseits durch Substitution. Transposition bedeutet, dass zur Verschlüsselung die Positionen der Schriftzeichen des Klartextes verändert werden, sodass dieser nicht mehr zu lesen ist. So wird z.B. aus dem Klartext „Edgar Allan Poe“ der Geheimtext „der analoge Alp“ (siehe Burker, 2008). Wenn wie im Beispiel eine sinnvolle Buchstabenfolge entsteht, bezeichnet man dies als Anagramm. Zum Kennzeichen dieser Verschlüsselungsmethode gehört, dass alle Schriftzeichen erhalten bleiben. Mathematisch steckt dahinter die Permutation. Kryptographische Verfahren, die sich der Transposition als Verschlüsselungsmethode bedienen, sind beispielsweise die Skytale von Sparta und die Verschlüsselungsschablonen nach Fleißner.

Mit Substitution ist gemeint, dass zur Verschlüsselung die Schriftzeichen des Klartextes durch andere Schriftzeichen ersetzt werden: Der Sender einer Nachricht ersetzt den Klartext „Edgar Allan Poe“ z.B. durch den Geheimtext „hgjdu doodq srh“. Hierbei wird jeder Buchstabe durch den dritten ihm im Alphabet folgenden Buchstaben ersetzt, das sog. Cäsar-Verfahren (benannt nach Gaius Julius Cäsar). Da die Buchstaben X,Y,Z nicht über die entsprechenden nachfolgenden Buchstaben verfügen, werden diese der Reihe nach durch die Buchstaben A,B,C ersetzt.

Asymmetrische Verschlüsselungsverfahren kommen ohne den Austausch eines Schlüssels über einen

sicheren Kanal aus. Sie funktionieren schematisch wie folgt: Der Schlüssel setzt sich bei diesen Verfahren aus einem öffentlichen Teil, welchen der Empfänger z.B. auf seiner Homepage veröffentlichen kann, und einem nicht öffentlichen Teil, den der Empfänger geheim hält, zusammen. Zur Chiffrierung bedient sich der Sender des öffentlichen Schlüssels des Empfängers. Der erhaltene Geheimtext kann wieder über einen unsicheren Kanal versendet werden. Zur Dechiffrierung bedient sich der Empfänger des geheimen Teils seines Schlüssels und erhält so den Klartext. Da beide Kommunikationspartner nicht mit dem gleichen Schlüssel verschlüsseln bzw. entschlüsseln, sondern mit unterschiedlichen Schlüsseln arbeiten, nennt man diese Art der Verfahren *asymmetrische Verschlüsselungen*. Beispiele für *asymmetrische Verschlüsselungen* sind das Schlüsselaustauschverfahren nach Diffie-Hellman und das RSA-Verfahren.

## Beispiel für ein Substitutionsverfahren: Vigenère-Verschlüsselung

Das Verfahren ist nach dem französischen Diplomaten Blaise de Vigenère benannt, der es 1586 der Öffentlichkeit vorstellte.

Die Vigenère-Verschlüsselung bedient sich eines sog. Vigenèretableaus (siehe Abb. 3). Dieses besteht aus einem Klartextalphabet und 26 verschiedenen Geheimtextal-



**Klartextalphabet**

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

**Geheimtextalphabet**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y

Abb. 3: Vigenèretableau (vgl. Borys, 2008)

phabeten, die man durch zyklisches Verschieben erhält. Zur Chiffrierung müssen beide Kommunikationspartner ein gemeinsames Schlüsselwort vereinbaren. Dieses Schlüsselwort wird über den Klartext notiert und gibt an, mit welchem Geheimtextalphabet der darunter stehende Klartextbuchstabe verschlüsselt werden soll. Ist der Klartext länger als das Schlüsselwort, so wird es einfach wiederholt, bis jeder Buchstabe des gesamten Klartextes mit einem Buchstaben des Schlüsselworts versehen ist.

Durch folgendes Beispiel wird die Vorgehensweise exemplarisch verdeutlicht: Ist das Schlüsselwort „JAMESBOND“, so ergibt sich mit dem Klartext „karlsruhe kennen und lieben“ folgende Anordnung:

**Schlüssel:** JAMESBONDJAMESBONDJAMESB

**Klartext:** karlsruhekennenundlieben

Der Klartext wird nach dem folgenden Algorithmus verschlüsselt:

- 1 Der Buchstabe des Schlüsselworts (J), der über dem Klartextbuchstaben (k) steht, gibt an, mit welchem Geheimtextalphabet dieser Buchstabe verschlüsselt werden soll. Hier wird der Buchstabe k mit dem J-ten Geheimtextalphabet verschlüsselt.
- 2 Im Vigenèretableau findet man den Buchstaben des Geheimtextes im Schnittpunkt der Zeile, die mit dem Buchstaben des Schlüsselworts beginnt, mit der Spalte, die mit dem Klartextbuchstaben beginnt. Hier wird der Buchstabe k mit einem T verschlüsselt.

Dieses Verfahren führt man solange fort, bis der gesamte Klartext „karlsruhekennenundlieben“ in den Text TADPKSIUHTEZRWOIAGUIQFWO verschlüsselt ist (vgl. Borys, 2008).

Bei der Entschlüsselung des Geheimtextes wird umgekehrt vorgegangen. Wieder wird das Schlüsselwort

solange über dem Geheimtext notiert, bis über jedem Buchstaben des Geheimtextes ein Buchstabe des Schlüsselworts steht.

Für das obige Beispiel ergibt sich folgende Anordnung:

**Schlüssel:** JAMESBONDJAMESBONDJAMESB

**Geheimtext:** TADPKSIUHTEZRWOIAGUIQFWO

Zur Entschlüsselung gibt wieder der Buchstabe des Schlüsselworts (J) an, mit welchem Geheimtextalphabet entschlüsselt wird. In dieser Zeile geht man bis zu dem Feld, in dem der Buchstabe des Geheimtextes (T) steht. Dieses Feld markiert die Spalte, in der der entsprechende Klartextbuchstabe steht, d.h. man geht in dieser Spalte bis zur Klartextzeile nach oben. In diesem Beispiel wird der Buchstabe T mit einem k rückübersetzt.

Dieses Verfahren führt man solange durch, bis der gesamte Text entschlüsselt ist (vgl. Borys, 2008).

## Beispiel für ein asymmetrisches Verfahren: Diffie-Hellman-Schlüsselaustauschverfahren

— Eine alte kryptographische Frage lautet: Können zwei Personen einen geheimen Schlüssel austauschen, ohne dass sie sich je im Leben persönlich begegnet sind?

Die Antwort lautet ja. Allerdings beantworteten diese Frage Martin Hellman und Whitfield Diffie erst 1976 in ihrem Artikel *New Direction in Cryptography*. Ziel ihres Verfahrens ist die sichere Vereinbarung eines gemeinsamen geheimen Schlüssels (K) in Form einer



Zahl über eine unsichere, d.h. eine öffentliche Verbindung. Diffie und Hellman beschrieben ihre Verfahren sehr allgemein. Im Folgenden wird das Verfahren spezialisiert auf einen Restklassenkörper  $Z_q$  mit  $q$  als Primzahl dargestellt.

Zu Beginn der Kommunikation vereinbaren die Kommunikationspartner, nennen wir sie A(lice) und B(ob), eine gemeinsame Primzahl  $q$  und eine weitere Zahl  $g$  (sog. Generator), diese sollte eine Primitivwurzel von  $q$  sein. Diese beiden Startinformationen können tatsächlich über einen unsicheren Kanal, d.h. für einen unbefugten Dritten lesbar, übermittelt werden. Beide Partner wählen sich außerdem aus der Menge  $\{1, \dots, q-2\}$  eine beliebige Zahl. Sagen wir, Alice wählt  $a$  und Bob wählt  $b$ . Diese beiden Zahlen werden nicht ausgetauscht, sondern sind streng geheim.

Alice berechnet:  $x_A = g^a \bmod q$  und gibt diese Zahl an Bob weiter.

Bob berechnet:  $x_B = g^b \bmod q$  und gibt diese Zahl an Alice weiter.

Der Austausch dieser Information kann nun wiederum über einen unsicheren Kanal erfolgen. Aus dieser Information können beide Kommunikationspartner wie folgt ihren gemeinsamen Schlüssel  $K$  berechnen:

A berechnet  
 $K = x_B^a \bmod q$

A berechnet  
 $K = x_A^b \bmod q$

Obwohl beide den Schlüssel  $K$  ganz unterschiedlich berechnen, erhalten sie beide denselben Schlüssel. Bei diesem Schlüssel handelt es sich um einen geheimen Schlüssel, den nur die beiden Kommunikationspartner kennen. Da  $x_A$  und  $x_B$  durch die diskrete Exponentialfunktion, die eine Einwegfunktion darstellt, berechnet werden, ist ein Angreifer, der die Zahlen  $q$ ,  $g$ ,  $x_A$  und  $x_B$  abgefangen hat, nicht in der Lage  $a$  bzw.  $b$  zu be-

rechnen. Genau diese Stelle ist Kern der mathematischen Modellierung. Durch die Mathematik ist sichergestellt, dass die Kommunikation geheim ist. Die Sicherheit des Verfahrens hängt hauptsächlich von der Wahl der beiden Zahlen  $q$  und  $g$  ab. In der Praxis reichen üblicherweise Primzahlen  $q$  der Größenordnung 2048 Bit aus (vgl. zu diesen Absätzen auch Borys, 2011).

chendes Curriculum entwickelt, in dem sich Themen der Kryptologie wie ein roter Faden durch den Mathematikunterricht der Klassen 5-12 ziehen.

Das Kernziel ist in Form einer Leitidee formuliert: Die Kryptologie ist eine fundamentale, historisch bedeutsame und facettenreiche Kulturtechnik mit wichtigen Anwendungen in der modernen Kommunikations- und Wissensgesellschaft.

In einem ersten Durchgang durch die Kryptologie sollen die beiden Basisverschlüsselungen Transposition und Substitution thematisiert werden. Es spielt keine Rolle, ob Transposition oder Substitution zuerst behandelt wird. Beginnt man beispielsweise mit den Transpositionsverschlüsselungen, bieten sich Anagramme, die Skytale (eine Darstellung findet man z.B. in Borys, 2013), die Gartenzaunmethode und geometrische Verschlüsselungen als Einstieg in dieses Thema an. Die Skytale, ein militärisches Verschlüsselungsverfahren der Spartaner, ist allerdings wegen ihres tatsächlich in

## Vorstellung eines Curriculums

— Kryptologische Inhalte sind für den Mathematikunterricht eine echte Bereicherung, weil viele fundamentale Ideen der Mathematik damit illustriert werden können (vgl. Borys, 2011). Hierfür wurde ein entspre-



KLASSENSTUFE	THEMA	MATHEMATISCHE INHALTE
5/6	einfache Transpositionsverfahren: ▶ Anagramme, Skytale ▶ Fleissner-Schablone  einfache Substitutionsverfahren (monoalphabetische Verschlüsselungen): ▶ z.B. Freimaurerverschlüsselung ▶ Cäsar-Verschlüsselung  einfache Kryptoanalyse  homophone Verschlüsselungen	Permutation geometrische Abbildungen   Division mit Rest  Häufigkeitsanalyse
7/8	Polyalphabetische Verschlüsselung ▶ Vigenère-Verfahren ▶ Einmalschlüssel (One-Time-Pad) ▶ Kasiski-Test	Modulorechnung/ Modulo-Rechnung (?)
9/10	Schlüsselaustauschverfahren nach Diffie-Hellman	Potenzieren, Modulorechnung Modulo-Rechnung (?)
11/12	RSA-Verfahren El Gamal-Verschlüsselung	Potenzieren, Modulorechnung

Tab.1: Curriculum zur Integration kryptologischer Inhalte in den Mathematikunterricht (vgl. Borys, 2011)



der Geschichte nachgewiesenen Einsatzes zu bevorzugen. Erst in einem zweiten Schritt sollte die Fleissner-Verschlüsselung (eine Darstellung findet man z.B. in Borys, 2013) behandelt werden. Diese ist wegen ihrer Bezüge zur Mathematik, genauer gesagt zur Geometrie sehr interessant. Zur Einführung in die Substitutionsverfahren sind Verschlüsselungen mit Fantasiezeichen sehr geeignet, da sie einerseits in besonderem Maße den Rätselinstinkt der Schülerinnen und Schüler wecken und andererseits ihre Kreativität beim Erfinden eigener Zeichen fördern. Die Cäsar-Verschlüsselung sollte erst in einem zweiten Schritt behandelt werden, da es sich hierbei um eine systematische Substitution handelt. Durch eine einfache Häufigkeitsanalyse und homophone Verschlüsselung wird der erste Durchgang durch die Kryptologie abgerundet.

Zur Fortsetzung der Kryptologie in den Klassen 7/8 empfiehlt sich das Vigenère-Verfahren, es knüpft passgenau an die Idee des Cäsar-Verfahrens aus den Klassen 5/6 an. Die Verschlüsselung mit Einmalschlüsseln ist in diesem Zusammenhang das Paradebeispiel für einen unknackbaren Code und sollte auf jeden Fall berücksichtigt werden. Die Idee der Kryptoanalyse wird durch den Kasiski-Test passend fortgesetzt. Durch die bisherigen Themen in den unteren Klassen ist die Behandlung symmetrischer Verschlüsselungen abgeschlossen. Weitere Verfahren, wie z.B. DES oder AES, bringen nicht wesentlich neue Ideen, bedienen sie sich doch auch nur der Substitution und der Transposition als Verschlüsselungsmethode. Zur Fortführung der Kryptologie ist das Diffie-Hellman-Schlüsselaustauschverfahren geeignet, da es den alten kryptologischen Traum, die öffentliche Vereinbarung eines geheimen Schlüssels, verwirklicht und ihm eine besondere mathematische Modellierung zugrunde liegt. Schließlich wird durch die RSA- und El Gamal-Verschlüsselungen in der Oberstufe (Klasse 11/12), die in den alltäglichen Computeranwendungen vorkommen, der integrative Kursus durch die Kryptologie abgerundet (Darstellung dieser Verfahren siehe z.B. bei Borys, 2011).

## „KryptoBox“ und „Krypto im Advent“

Die „KryptoBox“ ist ein innovatives Konzept, um Schülerinnen und Schüler an die Grundprinzipien des Chiffrierens und Dechiffrierens von geheim zu haltenden Informationen heranzuführen. Dazu wurden mehr als 15 direkt im Unterricht oder in außerschulischen Lernorten einsetzbare Übungen zum Thema „Kryptologie“ entwickelt. Die KryptoBox enthält Arbeitsmaterialien für Schülerinnen und Schüler der Klassen 1–10.

Mit diesen Materialien werden abstrakte Verfahren zum Chiffrieren und Dechiffrieren von Nachrichten händisch erfahrbar. Des Weiteren enthält die KryptoBox ein kleines Booklet, das über die Hintergründe der verwendeten Ver- und Entschlüsselungsverfahren informiert. Die Materialien sind so gestaltet, dass sie ohne inhaltliche Vorbereitung direkt verwendet werden können.

Die „KryptoBox“ kann an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe kostenfrei ausgeliehen werden, weitere Informationen dazu siehe unter [www.kryptobox.ph-karlsruhe.de](http://www.kryptobox.ph-karlsruhe.de).

Das Projekt „Krypto im Advent“ hat sich zum Ziel gesetzt, Schülerinnen und Schüler an die Welt der Kryptologie heranzuführen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, in einem Online-Adventskalender 24 verschiedene Krypto-Rätsel zu lösen. Begleitet werden sie dabei von dem Agenten Krypto, der Agentin Kryptina, dem Chef und den drei Spionen.

In kleinen selbstgestellten Videos wird die Story der Protagonisten erzählt. Dabei werden viele verschiedene Verschlüsselungsverfahren in den Videos erläutert. Die Videos fordern zum Mitmachen und Rätseln auf. Die Schülerinnen und Schüler erfahren viele Verfahren ganz haptisch, wenn sie den Bastelanleitungen der Videos folgen. Im Advent 2015 haben ca. 1000 Schülerinnen und Schüler an diesem Wettbewerb teilgenommen.

Auch im Advent 2016 ist dieser Online-Kalender wieder geplant, weitere Informationen dazu siehe unter [www.krypto-im-advent.de](http://www.krypto-im-advent.de).



**Dr. Thomas Borys** arbeitet seit 2000 als akademischer Oberrat am Institut für Mathematik und Informatik der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. Seine Arbeitsschwerpunkte sind: Ausbildung von Mathematiklehrkräften, Codes und Verschlüsselungen als Facetten einer

anwendungsorientierten Mathematik im Bildungsprozess, Interdisziplinarität und Vernetzungen im Mathematikunterricht. Seine aktuelle Projekte sind Krypto-im-Advent, die Spion-Schule und der Einsatz mobiler Endgeräte im Mathematikunterricht.



BEUTELSPACHER, ALBRECHT (2005). Kryptologie. Eine Einführung in die Wissenschaft vom Verschlüsseln, Verbergen und Verheimlichen. 7. Auflage. Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn/GWV Fachverlag.

BORYS, THOMAS (2008). Geheimnisvolle Mathematik – Codierungen im Spiegel der fundamentalen Ideen der Mathematik. In: Müller, Peter; Kosack, Walter; Kurtz, Jürgen; Borys, Thomas (Hrsg.). Mathematik entdecken. Karlsruher pädagogische Beiträge.

BORYS, THOMAS (2011). Codierung und Kryptologie – Facetten einer anwendungsorientierten Mathematik im Bildungsprozess. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

BORYS, THOMAS (2013). Mathematik mit anderen Wissenschaften vernetzen – Beispiel der Kryptologie. In: Brandl, Matthias; Brinkmann, Astrid; Bürker, Michael (Hrsg.). Mathe vernetzt. Bd. 3. Köln: Aulis Verlag.

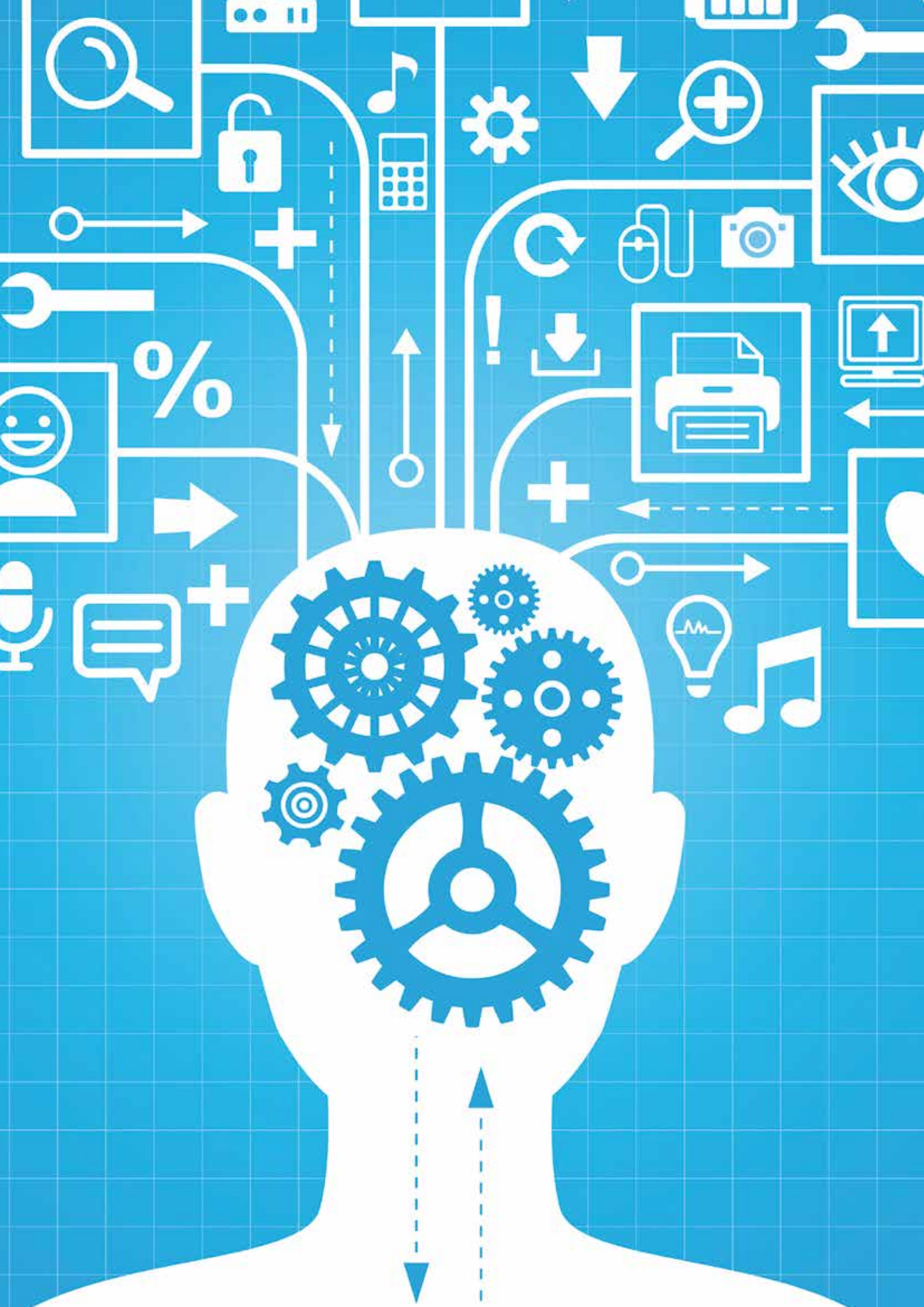
BRUCKER, BERND; STEINER, ALEXANDRA (2008). Die Welt der Anagramme – Worte machen Worte. Wenn aus LIEBE BEILE werden. Wiesbaden: marixverlag.

KAHN, DAVID (1996). The Codebreakers – The Story of Secret Writing. New York: SCRIBNER.

SCHULZ, RALPH-HARDO (2003). Codierungstheorie. Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlag/GWV Fachverlag GmbH.







# Informatics matters!

Die Bedeutung informatischer Grundkenntnisse am Beispiel app@school

FABIAN MUNDT

Die heutigen Kinder und Jugendlichen sind durch und durch vernetzt und digitalisiert. Diese Kernaussage einer aktuellen BITKOM Studie (2014) bringt auf den Punkt, was allerorten in Straßenbahnen und auf Schulhöfen zu Tage tritt. Nahezu alle Kinder besitzen spätestens ab einem Alter von zwölf Jahren ihr eigenes Smartphone, mit dem sie regelmäßig das Internet nutzen (vgl. ebd.). Der häufig bemühte Begriff der *Digital Natives* scheint für diese Generation die treffende Bezeichnung.

Allerdings führt die Rede von „digitalen Ureinwohnern“ auch in die Irre. Diese sind keineswegs mit „ihrer“ Um-

gebung dermaßen vertraut, dass sie deren Funktionsweisen verstünden oder sich gar problemlos in ihr zurechtfinden. Im Gegenteil, die digitalen Welten werden mystifiziert und allenfalls bruchstückhaft verstanden. Regelmäßig provoziert die „Überfülle“ des hochtechnisierten Cyberspace ein Gefühl der Hilflosigkeit (vgl. Thomas, 2011).

Ausgehend von dieser Situation wird deutlich, welchen Herausforderungen allgemeinbildende Schulen heutzutage gegenüberstehen. Wie können Heranwachsende auf ein eigenverantwortliches Leben in unserer digitalisierten Welt vorbereitet werden? Oder anders formuliert, wie gelingt es den Schleier der vernetzten



Lebenswelt zumindest in Teilen zu lüften und die dahinterliegenden Mechanismen transparent zu machen? Eine einfache Antwort auf diese komplexe Fragestellung dürfte kaum möglich sein. Darum soll es hier auch nicht gehen. Vielmehr soll die zentrale Rolle der Vermittlung informatischer Grundkenntnisse hervorgehoben werden. Mit informatischen Grundkenntnissen ist dabei keineswegs eine allgemeine Medienkunde gemeint, sondern das praktische Kerngeschäft der Informatik, die systematische Verarbeitung von Informationen mit Hilfe von Digitalrechnern (vgl. Herold et al., 2012). Kurzum, das Programmieren von Software. Diese These wird zunächst anhand einer grundlegenden Vorgehensweise beim Lernen von Informatik verdeutlicht und anschließend mittels eines Feldversuchs illustriert.

## Informatische Grundkenntnisse lernen: Modellierung von Problemzusammenhängen

— Wie lernt man Programmieren? Durch Programmieren! Nahezu jedes informatische Lehr-Lern-Szenario, ob Unterricht, Workshop oder klassisches Lehrbuch, startet folgerichtig mit einem Plädoyer für „learning by doing“ und dem ‚berüchtigten‘ „Hallo Welt!“-Beispiel. Bei diesem geht es darum, den Computer dazu zu bringen, besagte Botschaft mittels Programmierung auszugeben. Ganz in dieser Tradition wird hier anhand eines einfachen Beispiels, der Entwicklung eines „Taschenrechners für die Addition“, die Bedeutung informatischer Grundkenntnisse skizziert.

Aus informatischer Perspektive markiert ein Taschenrechner, auch wenn er lediglich addieren soll, zunächst einmal ein Problem: Wie können zwei Zahlen addiert werden? Mathematisch erscheint das einfach lösbar, informatisch ergibt sich allerdings schnell ein umfangreiches Problembündel. In welcher Form dürfen Zahlen eingegeben werden? Was passiert, wenn Buchstaben und Zahlen addiert werden sollen? Wie soll das Ergebnis ausgegeben werden? Auf diese und viele weitere Fragen gilt es im Entwicklungsprozess Antworten zu finden und diese auszuformulieren. Der Vorgang lässt sich allgemein als Modellierung von *Problemzusammenhängen* beschreiben (vgl. Hubwieser, 2007) und markiert den Kernbereich informatischen Denkens. Vom einfachen Taschenrechner bis hin zur komplexen Anwendung werden im Grunde ‚lediglich‘ Informationen nach definierten Vorgaben verarbeitet, um bestimmte Probleme zu lösen. Programmieren kann man

demnach als Konstruktion von Softwaremodellen verstehen.

Auf den Informatikunterricht übertragen bedeutet das, dass Schülerinnen und Schüler, indem sie selbst Programme konstruieren, lernen die Architektur anderer gegebenenfalls wesentlich komplexerer Anwendungen besser zu verstehen. „Learning by doing“ impliziert also, ganz im Sinne von John Dewey (1997), ein über die bloße Anwendung hinausweisendes Verständnis. Dieses wird insbesondere durch zwei Arten zu denken unterstützt, die im Verlauf der (re)konstruierenden Modellierung erforderlich werden: dem *funktionalen* und dem *objektorientierten Denken*.

## Funktionales Denken

— Zurück zum Taschenrechner. Was muss konstruiert werden, damit er funktioniert? Da es sich um einen Taschenrechner für die Addition handelt, wird eine entsprechende Funktion „addieren“ benötigt. Diese soll zwei Zahlen (Eingabewerte/Funktionsargumente) zusammenzählen und das Ergebnis der Rechenoperation ausgeben (Funktionswert). Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass eine Addition von Buchstaben und Zahlen problematisch ist. Daher ist eine zusätzliche Funktion „prüfen“, die überprüft, ob es sich bei den Eingabewerten der Additionsfunktion tatsächlich um Zahlen handelt, sinnvoll. Zuletzt stellt die Ausgabe der Ergebnisse ein Problem dar. Um sicherzustellen, dass die Additionsergebnisse leserlich dargestellt werden, beispielsweise gerundet, soll eine weitere Funktion „formatieren“ die Ergebnisse einheitlich anordnen und zusammenstellen.

Die Darstellung macht deutlich, wie funktionales Denken im Modellierungsvorgang zur Geltung kommt. Die Identifikation und Differenzierung der funktionalen Bestandteile des Gesamtprogramms erfordert ein hohes Maß an Abstraktion. Zugleich wird ein grundlegendes Verständnis funktionaler Zusammenhänge eingefordert. Nur wenn man Funktionen als Operationsbündel begreift, die Informationen transformieren, gelingt die sinnvolle Gliederung der Anwendung.

Die Komplexität, die bei diesen Denkvorgängen bearbeitet wird, steigert sich, sobald man die Ablauflogik des Programms in Rechnung stellt. Damit die Addition zweier Zahlen mit dem Taschenrechner erfolgreich durchgeführt werden kann, ist es zwingend erforderlich, die Funktionen in ihrer korrekten Reihenfolge zu verwenden. Es ergäbe wenig Sinn, zunächst die Eingabewerte zu addieren und zum Schluss zu überprüfen, ob es sich überhaupt um Zahlen handelte. Während der

Konstruktion eines Programms müssen die jeweiligen Funktionen also auch verkettet und verschachtelt werden.

Diese Ausführungen sollen eines herausstellen. Informatisches Lernen ist zu großen Teilen eine Übung im funktionalen Denken. Damit ist eine erste Facette bzgl. der Bedeutung der Informatik in der Schule angesprochen. Wird doch in nahezu allen curricularen Rahmungen die Wichtigkeit des Lernens funktionaler Zusammenhänge betont. Ein weiterer Bedeutungsaspekt wird erkennbar, wenn man die zweite Art zu denken, die im Zuge informatischer Modellierungen zum Tragen kommt, genauer betrachtet.

## Objektorientiertes Denken

— Jede Anwendung besteht nicht nur aus Funktionen, sondern auch aus Objekten. Berücksichtigt man die Benutzeroberfläche eines Programms, wird diese Feststellung nachvollziehbar. In Bezug auf den Taschenrechner werden beispielsweise zwei Eingabefelder, eine Schaltfläche und ein Ausgabefeld benötigt. Dabei handelt es sich um Objekte der Benutzeroberfläche. Die Eingabefelder dienen dazu, einzelne Werte einzutragen, um diese per Klick auf der Schaltfläche zu addieren und im Ausgabefeld anzuzeigen.

Was für den Taschenrechner gilt, lässt sich im Grunde für alle Programme verallgemeinern. Sie bestehen aus einer Ansammlung von Objekten und Funktionen. *Objekte markieren Zustände, Funktionen verändern Zustände*. Beim objektorientierten Denken geht es daher darum, nach der Anzahl und der Art möglicher Zustände eines Programms zu fragen und diese abzubilden.

Ähnliche Objekte lassen sich zu sog. Klassen zusammenfassen. Dabei handelt es sich um abstrakte Vorlagen für Objekte. Ein Beispiel aus der realen Welt veranschaulicht dieses Konstrukt. „Fahrzeug“ kann als eine Klasse von Maschinen betrachtet werden, die ein Bündel an Eigenschaften gemeinsam haben. Beispielsweise Name und Anzahl der Räder. Einzelne Objekte der Klasse „Fahrzeug“ unterscheiden sich mehr oder weniger, indem sie differente Zustände anzeigen. Für das Objekt „Fahrrad“ sind das zwei Räder, wohingegen es für das Objekt „Auto“ vier Räder sind.

Bei der Modellierung von Software spielt die Identifikation der benötigten Klassen und Objekte eine große Rolle. Durch die Art, objektorientiert zu denken, wird das Gesamtsystem in den Blick genommen. Es geht darum, systematisch Zustände der Software zu model-

lieren. In Bezug auf informatisches Lernen fordert dieser Denkmodus eine umfangreiche Abstraktionsleistung, die zugleich das logische Denken fördert.

Das volle Potenzial objektorientierten Denkens entfaltet sich allerdings erst in Kombination mit dem zuvor thematisierten funktionalen Denken. Die Modellierung von Problemzusammenhängen, bzw. die Konstruktion von Software, stellt daher ideale Voraussetzungen für intensive Lernvorgänge dar. Um ein letztes Mal auf den Taschenrechner Bezug zu nehmen: Erst wenn der Zusammenhang zwischen der Funktion „formatieren“ und dem Objekt „Anzeigefeld“ verstanden ist, also das komplexe Wechselspiel zwischen den funktionalen Änderungen und den objektspezifischen Zuständen durchdrungen wurde, ist ein erster Lernschritt zu einer informatischen Grundkenntnis getan.

Diese Grundkenntnis, so die eingangs formulierte These, ermöglicht nicht nur ein differenziertes Verständnis in Bezug auf die Konstruktion von Software, sondern auch der übrigen digitalen Welt. Das gründet darin, dass anhand des Lernens der informatischen Modellierung von Problemzusammenhängen prinzipielle Denkstrukturen thematisiert werden, die in nahezu allen Bereichen digitaler Systeme wirksam sind.

Anhand eines Feldversuches, der von Thomas Borys, Cornelia Hofheinz und dem Autor im Frühjahr 2014 an einer Haupt- und Werkrealschule durchgeführt wurde, soll die Behauptung/ These (s.o.) punktuell illustriert werden.

## app@school – ein Feldversuch



Bild 1

Das Ziel von app@school war es, mit einer neunten Klasse eine Mobile App zu entwickeln und in den bekannten App Stores von Apple und Google zu publizie-

ren. Nach zwei Monaten Projektarbeit konnte das Spiel „Gustis Discovery“ (Bild 1) erfolgreich veröffentlicht werden. Das Spiel lässt sich als „Jump 'n' Run“ ähnlich „Super Mario“ beschreiben. Es geht darum, mit der Spielfigur „Gusti“ ein entferntes Ziel zu erreichen. Auf dem Weg dorthin muss durch geschicktes Bewegen der Spielfigur diversen Hindernissen ausgewichen werden.

Um den Bezug zu dem zuvor skizzierten Modellierungsvorgang und den damit verbundenen Denkmodi aufzuzeigen, wird hier nur die Darstellung der Programmierung des Spiels aufgezeigt. Eine ausführliche Beschreibung von app@school kann an anderer Stelle nachgelesen werden (Borys & Mundt, 2015).

Zur Programmierung des Spiels wurde auf die Entwicklungsumgebung Stencyl (2016) zurückgegriffen, da sich diese nahezu komplett per Drag & Drop, also ohne Gebrauch der Tastatur, bedienen lässt. Sowohl der Programmcode als auch die Benutzeroberfläche können allein mit der Maus erstellt werden. Das geschieht einerseits, indem Codeblöcke miteinander verbunden werden (Bild 2), andererseits durch die Platzierung von Objekten (Bild 3). Darüber hinaus ermöglicht Stencyl zur Softwareentwicklung direkt auf mobile Endgeräte zuzugreifen. Das heißt, die Schülerinnen und Schüler konnten ihre eigenen Smartphones und Tablets als Entwicklungsgeräte verwenden. Erste Versuche, beispielsweise die Anzeige eines „Hallo Welt!“-Textes auf dem eigenen Gerät, waren daher problemlos möglich und trugen zur Motivation komplexere Aufgaben zu bearbeiten bei.

## Objektstrukturen konzipieren

Die Konzeption der Objektstruktur des Spiels markierte die erste Herausforderung. Schnell war klar, dass die Spielfigur ein Objekt mit spezifischen Eigenschaften, unter anderem Größe und Geschwindigkeit, sein muss. Da es sich um ein „Jump 'n' Run“ handelte, musste zudem die Art der Bedienung geklärt werden. Nach einigen Diskussionen entschieden sich die Schülerinnen und Schüler für eine klassische Steuerung über Schaltflächen. Auf modernen Smartphones steht allerdings lediglich eine Touchoberfläche zur Verfügung. Die einzelnen Buttons mussten also virtuell generiert werden. Das Konzept der Klasse „Schaltfläche für Bewegungen“, die eine Schablone für mehrere Steuerungsobjekte ist (links, rechts, springen), wurde thematisiert und umgesetzt. In Bild 1 und 3 sind die drei Objekte am unteren Rand der Programmoberfläche zu sehen.

## Funktionale Zusammenhänge identifizieren

Anhand der Bewegungssteuerung lässt sich auch der Bezug zu funktionalen Zusammenhängen aufzeigen. Die Identifikation der Objekte ermöglichte die Diskussion möglicher Programmzustände. Daraus ergab sich geradezu zwingend die Bearbeitung der Umsetzung von Zustandsänderungen. Konkret hieß das,

wie lässt sich die Spielfigur beim Drücken der Taste „rechts“ tatsächlich bewegen? Eine Funktion wurde erforderlich, die in Abhängigkeit von den Zuständen zweier Objekte eine Änderung durchführt. Dieser herausfordernde Zusammenhang wurde im weiteren Verlauf zunehmend komplexer, da immer mehr Relationen von Objekten beachtet werden mussten. Zum Beispiel: Wie soll damit umgegangen werden, wenn gleichzeitig „springen“ und „links“ gedrückt wird?



Bild 3

Am Ende des herausfordernden Modellierungsvorgangs stand ein voll funktionsfähiges Spiel, das erfolgreich in den bekannten App Stores von Apple und Google veröffentlicht werden konnte. Die Schülerinnen und Schüler produzierten also ihre eigene *Mobile App*, die weltweit heruntergeladen werden kann. Dieser Umstand allein mag schon erfreulich sein. Allerdings dürfte wichtiger sein, dass es mittels app@school gelungen ist, erste Grundlagen für ein besseres Verständnis informatischer Denkmuster zu schaffen.

Mit Blick auf die eingangs dargestellte Situation wird deutlich, wie das Lernen informatischer Grundkenntnisse dazu beitragen kann, sich in einer unübersichtlichen, digitalisierten Welt besser zurechtzufinden. Informatisches Lernen in der Schule vermag daher einen großen Beitrag zu leisten, wenn es darum geht, heranwachsende Menschen auf ein eigenverantwortliches Leben in einer digitalen Welt vorzubereiten. Die Bedeutung informatischer Grundkenntnisse kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Insofern stimmt es bedenklich, wenn man den Fokus auf die aktuelle Schullandschaft richtet, in der Informatisches bestenfalls exotisch anmutet.



**Fabian Mundt, M.A.** ist seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. Er ist dort sowohl im Mediennetzwerk als auch im Hochschulentwicklungsprojekt „Beyond School“ tätig. Seine derzeitigen Arbeitsschwerpunkte sind

Mediendidaktik, insbesondere Blended Learning (e:t:p:M@-Konzept) und Hochschulforschung (Promotionsvorhaben: „Zeit-Raum Studium“).



- BITKOM (2014). Jung und Vernetzt. Kinder und Jugendliche in der digitalen Gesellschaft. Download unter <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Jung-und-vernetzt-Kinder-und-Jugendliche-in-der-digitalen-Gesellschaft.html> (Stand: 21.02.2016).
- BORYS, THOMAS; MUNDT, FABIAN (2015). „app@school.“ In: Linneweber-Lammerskitten, Helmut (Hrsg.). Beiträge Zum Mathematikunterricht 2015.
- DEWEY, JOHN (1997). Experience and Education. Original von 1938. New York: Touchstone.
- HEROLD, HELMUT; LURZ, BRUNO; WOHLRAB, JÜRGEN (2012). Grundlagen der Informatik. München: Pearson.
- HUBWIESER, PETER (2007). Didaktik der Informatik. Grundlagen, Konzepte, Beispiele. Berlin/Heidelberg: Springer.
- STENCYL (2016). Download unter <http://www.stencyl.com> (Stand: 21.02.2016).
- THOMAS, MICHAEL (2011). Deconstructing Digital Natives. Young People, Technology and the New Literacies. New York/London: Routledge.

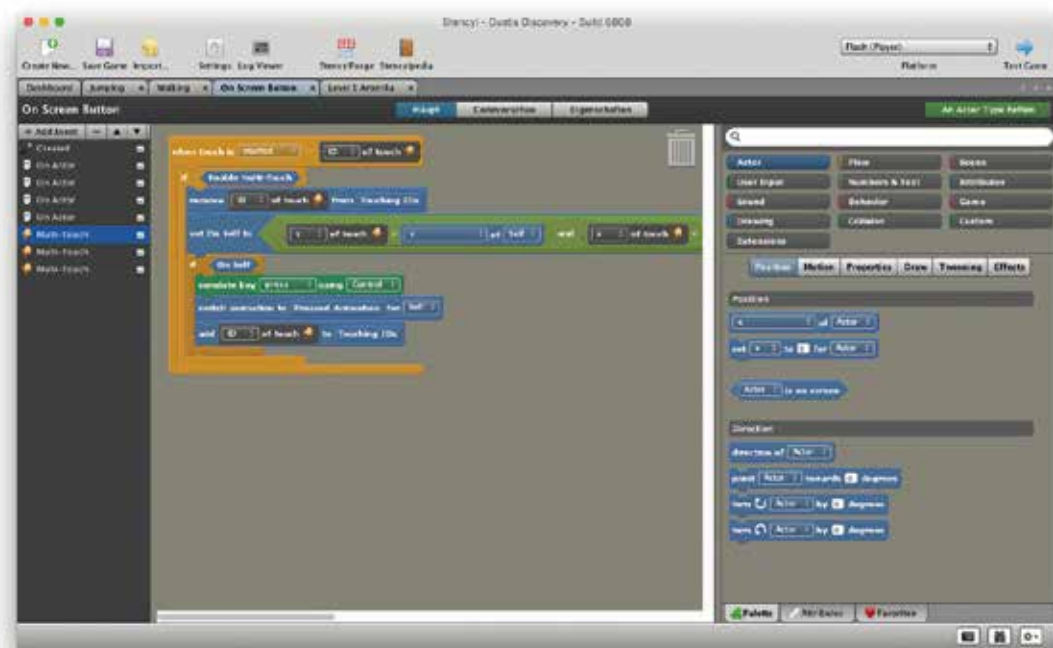


Bild 2



# IMFOKUS





## forMath – Begabungs- förderung im „Mathetreff“ der PH



Es gibt viele Versuche zu definieren, was Mathematik ist. Etwas bescheidener ist der Versuch, Leitlinien für den Mathematikunterricht zu finden. Bekannt und weitgehend akzeptiert in der mathematikdidaktischen Gemeinschaft sind die Thesen von Heinrich Winter. In ihnen wird formuliert, welche Grunderfahrungen der Mathematikunterricht den Schülerinnen und Schülern ermöglichen sollte:

- 1 Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, sei es aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen,
- 2 mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen,
- 3 in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinausgehen, (heuristische Fähigkeiten) zu erwerben.

Punkt 1 und in Teilen Punkt 3 werden heute vom Mathematikunterricht weitgehend abgedeckt. Völlig außer Acht bleibt der Punkt 2. Winter nennt diese „deduktiv geordnete Welt eigener Art“ die „innere Welt“ der Mathematik. Mathematik ist ein Gedankengebäude, welches eigenen Gesetzen gehorcht und das streng wissenschaftlich geordnet ist. Schülerinnen und Schüler sollten Mathematik auch erfahren, ohne im selben Atemzug über Anwendungsmöglichkeiten nachdenken zu müssen.

Begabungsförderung in Mathematik heißt deshalb, Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit zu geben, Mathematik als solche wirklich zu erfahren, also mathematisch forschend und kreativ zu arbeiten. Das erfordert unter anderem einen soliden mathematischen Hintergrund, Zeit für die Auseinandersetzung mit der Thematik und Freiheit im Denken. Beim „Mathematik treiben“ muss es um die Sache selbst gehen und nicht um den Zweck, durch Mathematik Kompetenzen zu erwerben. „Mathematik treiben“ heißt, mit Inhalten spielen, ausprobieren. „Ein mathematisches Problem zu lösen ist wie die Möbel solange in der Wohnung hin-

und herzuschieben, bis die beste Anordnung gefunden ist“, so der britische Mathematiker Keith J. Devlin in seinem Buch „Das-Mathe Gen“.

Im Sommersemester 2016 bietet das Institut für Mathematik in Zusammenarbeit mit der Tulla-Realschule ein begabungsförderndes Angebot im obigen Sinne an. Freitags sind interessierte und begabte Schülerinnen und Schüler der Klassen 7 bis 13 an die Pädagogische Hochschule zu einem sogenannten „Mathetreff“ herzlich eingeladen. Studierende leiten sie dort an, mathematisch zu forschen und zu experimentieren. Themen sind „Zerlegungen färben“ und „Zahlenwinkel“.

Die Studierenden werden in einem Seminar von Stephan Rosebrock ausgebildet, mit Schülerinnen und Schülern in der oben beschriebenen Weise zu arbeiten.

Die Termine im Juni 2016 sind jeweils Freitag, der 3., 10., 17. und eventuell der 24. Juni 2016 von 15.00 – 16.30 Uhr.



### Weitere Informationen

[www.ph-karlsruhe.de/formath](http://www.ph-karlsruhe.de/formath)



### Kontakt

**Stephan Rosebrock**

[rosebrock@ph-karlsruhe.de](mailto:rosebrock@ph-karlsruhe.de)

## Kooperationsvereinbarung mit der Ernst-Reuter- Schule Karlsruhe

Die Ernst-Reuter-Schule (ERS), eine Gemeinschaftsschule in Karlsruhe, verfügt seit dem laufenden Schuljahr 2015/16 über ein ausgeprägtes Medienprofil. Dies hat sie über eine Dauer von zwei Jahren in Zusammenarbeit mit dem Landesmedien- und Stadtmedienzentrum sowie zahlreichen weiteren Partnern wie dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), dem Zentrum für Kunst und Medientechnologie (ZKM), der Industrie- und Handelskammer (IHK) und der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe (PH) entwickelt. Damit ist sie



Ernst-Reuter-Schule Karlsruhe

eine der wenigen Schulen bundesweit mit medienbildnerischem Profil ab Klasse fünf. Zudem ist sie Pilot-schule für den Einsatz interaktiver Whiteboards.

Im Schuljahr 2015/16 hat die Schule für aus ihrem Profil hervorgegangene Projekte bereits mehrere Auszeichnungen erhalten: Im Dezember 2015 erhielt eine siebte Klasse aus dem Vorjahr den Förderpreis für Medienpädagogik, den die „Stiftung Medienkompetenz Forum Südwest“ für Schulen in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz vergibt. Die Jury überzeugt hatten die eingereichten, von den 12- bis 14-Jährigen selbstproduzierten Filmclips, die das Schulleben – unter anderem ihr besonderes Profil – in witziger und informativer Weise beschreiben und erklären. Im Februar 2016 nahm der kommissarische Schulleiter Micha Pallesche der ERS für die Erklärvideos den renommierten deutschen „E-Learning Innovations- und Nachwuchs-Award“ auf der Bildungsmesse *didakta* entgegen. Hier verwies die innovative Gemeinschaftsschule mehrere Gymnasien auf die Plätze. Dass die ERS aber auch in den „klassischen“ Medien über eine hohe Kompetenz verfügt, zeigt eine weitere Auszeichnung: Zum wiederholten Male wurde das „Ernschtle“ in der Kategorie Hauptschule von der Jugendpresse Deutschland zur bundesweit besten Schülerzeitung gekürt.

Insofern verwundert es nicht, dass die PH Karlsruhe mit der ausgezeichneten Schule eng zusammenarbeitet. Hierfür haben Micha Pallesche, und Enes Smajic als Verantwortlicher der Abteilung Mediendidaktik und

Mediensupport der PH Karlsruhe eine Kooperationsvereinbarung zum Schuljahr 2015/16 unterzeichnet. Ziel ist selbstverständlich, diese jährlich zu erneuern und die Zusammenarbeit auf eine breite Basis zu stellen.



Es profitieren beide Seiten: Studierende der PH, die das Zertifikat Mediendidaktik oder das Erweiterungsstudium Medienpädagogik absolvieren, erhalten die Möglichkeit, ihr obligatorisches Praktikum an der Ernst-Reuter-Schule durchzuführen. Damit sammeln die zukünftigen Lehrkräfte wertvolle Erfahrungen an ihrem zukünftigen Arbeitsort Schule und können somit ihre eigene Profilbildung stärken.

Die Gemeinschaftsschule behält eine enge Verbindung zu den neuesten medienpädagogischen Entwicklungen in Forschung und Lehre und kann



ihr Profil ständig überprüfen und gegebenenfalls anpassen.

Das aktuelle Profil in der Medienbildung fußt auf folgenden pädagogischen Grundsätzen:

- 1 Die Medienbildung soll ganzheitlich erfolgen und auf einer breiten Basis stehen. Der Schwerpunkt soll dabei noch stärker vom Lernen über Medien zum Lernen mit Medien gehen. Dabei ist die koordinierte Einbindung aller Akteure in das Medienprofil (Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte, Schulleitung, externe Partner etc.) sehr wichtig.
- 2 Unterstützungssysteme, Kooperationspartner und Infrastrukturen sollen optimal genutzt werden.
- 3 Schülerinnen und Schüler werden als Medienmentoren eingesetzt und übernehmen Patenschaften für bestimmte Klassen bzw. bieten Fortbildungen für ihre Mitschülerinnen und Mitschüler und auch Lehrkräfte an.
- 4 Die Auswahl der Medien erfolgt nach der Zielsetzung der Unterrichtsinhalte und wie diese am besten erreicht werden können. Digitale Medien spielen dabei eine große Rolle, sind jedoch zwangsläufig nicht „besser“ als analoge Medien.



#### Weitere Informationen

<http://www.ers-karlsruhe.de/#Start>



#### Kontakt

**Enes Smajic**

[smajic@ph-karlsruhe.de](mailto:smajic@ph-karlsruhe.de)

## Kooperation zwischen der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe, fischertechnik und der Karlsruher Technikinitiative



Seit Dezember 2015 gibt es eine viel versprechende Kooperation im MINT-Bereich zwischen Karlsruher Technikinitiative, *fischertechnik* und der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe: Dirk Fox (Karlsruher Technikinitiative), Laurenz Wohlfarth (Verkaufsleiter bei der *fischertechnik* GmbH), Ralph Hansmann (Dozent für Physik am Institut für Physik und Technische Bildung) und die damalige Rektorin Christine Böckelmann unterzeichneten eine Rahmenvereinbarung zu einer künftigen engen Zusammenarbeit.

Ralph Hansmann wurde durch einen Vortrag von Dirk Fox zum Thema „Ausbildung und Technik“ auf die „Karlsruher Technikinitiative“ aufmerksam. Den Vortrag hatte Werner Fischer, der ehemalige Hochschulratsvorsitzende der PH initiiert. Er pflegte stets einen guten Kontakt zu Artur Fischer, dem Ende Januar im hohen Alter von 96 Jahren verstorbenen Gründer der Fischerwerke. Mit seinen über 1100 Patenten, u.a. auch für *fischertechnik*, zählt der „König der Dübel“ zu den wohl größten Erfindern der Welt. 2014 erhielt der schwäbische Tüftler für sein Lebenswerk den Europäischen Erfinderpreis, der auch als „Innovations Oskar“ bezeichnet wird.

Dirk Fox rief die „Karlsruher Technikinitiative“ ins Leben, um „die Faszination und Begeisterung für Technik bei Kindern zu wecken“ und dem sinkenden Interesse für technische Berufe sowie dem Rückgang der Studierendenzahlen für ein Ingenieurstudium entgegenzuwirken. Bereits an zehn Gymnasien und drei Grundschulen in Karlsruhe konnten durch das von Dirk Fox organisierte Sponsoring *fischertechnik* Arbeitsgruppen (AGs) installiert werden, die sich einer sehr großen Beliebtheit erfreuen. Unterstützt wird das



v.l.n.r.: Dirk Fox, Laurenz Wohlfarth, Ralph Hansmann, Christine Böckelmann und Werner Fischer

Sponsoring mit Hilfe der *fischertechnik* GmbH Waldachtal. Es lag nahe, auch die Lehrerbildung in das Projekt miteinzubeziehen:

Zukünftige Lehrkräfte sollen bestmöglich auf kommende Herausforderungen vorbereitet werden. Die Veränderung der Lebenssituation von Kindern und Jugendlichen und die Veränderung der Schullandschaft erfordern eine angemessene Lehr- und Lernwelt. Besonders in der heutigen schnelllebigen, individualisierten und vom Smartphone geprägten Zeit bedarf es Bildungsangeboten, die den dadurch erwachsenen Defiziten entgegenwirken.

Hierzu bietet sich das Baukastensystem von *fischertechnik* an. Es schult die Augen-Handkoordination, die Grob- und Feinmotorik, das räumliche Vorstellungsvermögen, die Fantasie und Kreativität, sowie das logische Denkvermögen und wird mit all diesen Eigenschaften den aktuellen Anforderungen gerecht.

Mit *fischertechnik* können darüber hinaus technische und physikalische Inhalte individuell und spielerisch sowie handlungsorientiert vermittelt und Lösungen für technische Fragen praktisch entwickelt werden. Die häufig problematisierte Kommunikationskultur unter Kindern und Jugendlichen kann hier völlig unabhängig von Geschlecht und Alter positiv geübt und entsprechend gefördert werden.

Das Institut für Physik und Technische Bildung an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe ist der ideale Partner um angehende Lehrkräfte auf diese Herausforderung professionell vorzubereiten. Zudem sind Fortbildungen in *fischertechnik* für Lehrkräfte mit Schulklassen geplant. Mit dem von Ralph Hansmann ins Leben gerufenen Lehr- u. Lernlabor *physiK<sup>2</sup>A*, das sich seit über fünf Jahren großer Beliebtheit erfreut, kann das Vorhaben optimal umgesetzt werden.

Schon jetzt unterstützen Studierende des Faches Physik voller Begeisterung und Enthusiasmus die *fischertechnik* AGs in Karlsruher Schulen. Die positiven Rückmeldungen aufgrund der gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse sind beeindruckend.



#### Weitere Informationen

<http://www.ph-karlsruhe.de/institute/ph/physik/physik/physik2a/>



#### Kontakt

**Ralph Hansmann**

[hansmann@ph-karlsruhe.de](mailto:hansmann@ph-karlsruhe.de)



## Deutschkurse und mehr für Flüchtlinge am Sprachen-Selbstlernzentrum der PH



Die zahlreich im Land angekommenen Flüchtlinge erfordern verstärkte Aktivitäten, die es ermöglichen, Asylbewerberinnen und -bewerber in ihrem neuen kulturellen, sozialen und sprachlichen Umfeld zu unterstützen. Flüchtlingen zu zeigen, dass sie willkommen sind und gerne aufgenommen werden, ihnen zu vermitteln, dass der interkulturelle Dialog von vielen als bereichernd empfunden wird, sie zum Erlernen der deutschen Sprache und zur Auseinandersetzung mit unserer Kultur anzuregen und damit zur Integration und einem respektvollen Umgang miteinander beizutragen, ist Ziel des hier vorgestellten Projektes.

Erste Aktivitäten an der PH Karlsruhe begannen bereits im Oktober 2014 in Form von zwei wöchentlich angebotenen Deutschkursen (Anfängerinnen und Anfänger mit Vorkenntnissen und Fortgeschrittene) im Sprachen-Selbstlernzentrum (SLZ) der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe für Asylbewerberinnen und -bewerber aus dem Raum Karlsruhe. Das SLZ bietet sich als Begegnungs- und Kursraum für Sprachkurse an, da es mit flexiblen Gruppenarbeitstischen ausgestattet ist und 36 PC-Arbeitsplätze sowie moderne Sprachlaborfunktionen zur Verfügung stehen. Diese werden von den Teilnehmenden optimal genutzt. Durch die moderne Ausstattung des Raumes fühlen sich die Flüchtlinge wertgeschätzt und werden wie selbstverständlich in das deutsche Bildungssystem an einer Hochschule integriert. Auch Studierende und Mitarbeitende der Hochschule, die nicht am Projekt beteiligt sind, nehmen durch die Präsenz der Teilnehmenden die Flüchtlingssituation selbstverständlicher wahr. All dies trägt zu einer gegenseitigen Annäherung bei.

Bereits im Sommersemester 2015 wurde das Projekt um weitere vier Deutschkurse erweitert sowie noch

um wöchentlich stattfindende „Kommunikationsstunden“, die durch ehrenamtlich tätige Lehramtsstudierende sowie Studierende des Masterstudiengangs „Interkulturelle Bildung, Migration und Mehrsprachigkeit“ getragen wurden. Die Kommunikationsstunden wurden von jeweils drei Studierenden gehalten und sollen den teilnehmenden Asylbewerberinnen und -bewerbern Raum zur interkulturellen Begegnung, zum gegenseitigen Austausch und die Möglichkeit, diverse individuelle Probleme einzubringen, bieten. Die Teilnehmenden berichteten sich gegenseitig von eigenen Erfahrungen in der neuen Lebenssituation und sie nutzten die Gelegenheit, Fragen zum Leben in Karlsruhe und in Deutschland zu stellen. Außerdem wurden die Vorschläge der Asylbewerberinnen und -bewerber für gemeinsame Besuche städtischer Einrichtungen, wie dem Karlsruher Zoo und verschiedenen Ausstellungen, sowie interkulturelle Begegnungen von den Studierenden umgesetzt.

Die zur Verfügung stehenden und durch Eigenleistung der Studierenden eingeworbenen Lehrmaterialien stellten sich häufig als nicht zielgruppengerecht heraus, was von den Studierenden durch die Erstellung eigenen Lehrmaterials sowie die sorgfältige Auswahl der Themen kompensiert wurde. Die beteiligten Lehramtsstudierenden profitieren sehr von diesem Projekt, indem sie Erfahrungen im Unterrichten von Flüchtlingen in Deutsch als Fremdsprache sammeln. Bei dem bei der jetzigen Ausgangssituation können sie mit großer Sicherheit mit Flüchtlingskindern in ihrem zukünftigen Schuldienst rechnen. Zudem wird es ihnen leichter fallen, mit deren Eltern in einen Austausch zu treten. Einen interkulturellen Dialog möglichst zeitnah anzustreben, wäre demnach für alle Lehramtsstudierenden vorteilhaft.

Die Studierenden des Studiengangs „Interkulturelle Bildung, Migration und Mehrsprachigkeit“ können bei der Durchführung der Angebote auf ihre durch das Studium erworbene inter- bzw. transdisziplinäre Kompetenz zur Beurteilung und Weiterentwicklung der Bildungs-, Sozial- und Kulturarbeit in der Migrationsgesellschaft zurückgreifen, welche im Fokus des Masterstudiengangs steht.

Viele der Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs sind mittlerweile in der Flüchtlingsarbeit (beispielsweise in der Betreuung minderjähriger Flüchtlinge und der Sozialarbeit in den Aufnahmestellen) tätig. Das Projekt bietet somit auch für diese Studierenden den Mehrwert, erste Arbeitserfahrungen in einem für sie relevanten Kontext zu sammeln. Zudem erhalten die Studierenden innerhalb des Projektes die Möglichkeit, sich mit Einrichtungen und Personen der Flüchtlingsarbeit sowie mit kulturellen Institutionen zu vernetzen, um ähnliche Projekte im Rahmen ihrer späteren Arbeit durchführen zu können, was wiederum nachhaltig bei der Integration von Flüchtlingen helfen



Weihnachtsfeier mit Flüchtlingen

wird. So nahmen die beteiligten Studierenden Kontakt zu verschiedenen Einrichtungen für Flüchtlinge wie dem LEA, der Menschenrechtszentrum Karlsruhe e.V. sowie einer Inobhutnahmegruppe für unbegleitete minderjährige Flüchtlinge der Heimstiftung Karlsruhe auf und konnten so neue Teilnehmende für die Kurse akquirieren.

Auf diesem Wege entstand im Wintersemester 2015/2016 eine neue Kooperation mit dem Diakonieverein des Diakonischen Werks Karlsruhe e.V.. Dank dieser Zusammenarbeit kann nun Deutschunterricht für unbegleitete minderjährige Flüchtlinge angeboten werden. Die Jugendlichen zwischen zwölf und siebzehn Jahren kommen dazu jeden Vormittag für ein bis zwei Einheiten ans SLZ und erarbeiten mit den Studierenden Aspekte der deutschen Sprache und Kultur. Begonnen hat diese Kooperation wegen fehlender entsprechender Angebote für Flüchtlinge und dem Umstand, dass die teilnehmenden Minderjährigen mit wenigen bis gar keinen Sprachkenntnissen in Regelschulen platziert werden und deshalb kaum eine Chance haben, dem Unterricht zu folgen.

Derzeit arbeiten im Projekt zwanzig ehrenamtlich tätige Studierende, und auch in der vorlesungsfreien Zeit konnte durch das hohe studentische Engagement

ein reduziertes Angebot für die Teilnehmenden angeboten werden. In den kommenden Semestern ist eine Weiterführung der Angebote geplant.

*Fiona Poorman und alle Projektteilnehmenden  
Wissenschaftliche Begleitung: Prof. Dr. Heidi Rösch*



### Kontakt

[fluechtlingsprojekt@ph-karlsruhe.de](mailto:fluechtlingsprojekt@ph-karlsruhe.de)



## The Laos Experience Pilotprojekt „Teaching English in Laos“ der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe und der Stiftung „Engel für Kinder“



„Dieses Projekt ist das Ergebnis von glücklichen Zufällen und Fügungen“, sagte Christian Engel, Stiftungsvorstand der Familienstiftung „Engel für Kinder“ bei einem Pressegespräch im Januar diesen Jahres zum gemeinsamen Projekt „Teaching English in Laos“ mit der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. Die Stiftung gibt es seit dem Jahr 2004, und sie unterstützt in Ban Sikeud und Ban Phang Heng nahe der Hauptstadt Vientiane zwei Grundschulen und eine Mittelschule sowie seit 2015 auch das Lao German Technical College in Vientiane. Nach dem Aufbau elementarer Infrastrukturen gilt das Augenmerk nun dem Aufbau des (Englisch-) Unterrichts.

Einer der glücklichen Zufälle war ein Vortrag von Isabel Martin im Januar 2015 zum „Englisch Lernen mit künstlerischen Medien“, der Elke Sieber, ein Mitglied der Stiftung, dazu veranlasste, den Kontakt zwischen Herrn Engel und der Englischprofessorin herzustellen. Dies führte im Juli 2015 zu seinem Besuch ihres Englisch-Workshops für Kinder, den sie mit ihrer „Singlish“ Band im Rahmen der 300-Jahr-Feier im Pavillon durchführte und der den Stiftungsvorstand sehr beeindruckte.

Daraufhin ging alles ganz schnell: Isabel Martin wurde zur Mitarbeit nach Laos eingeladen und war von dem außergewöhnlichen Projekt schnell überzeugt. Gemeinsam mit dem Akademischen Auslandsamt schrieb sie Volontariatsplätze für einen Laos-Aufenthalt im Herbst 2015 aus und konzipierte sechs vorbereitende Workshops. Bereits am 27. Oktober 2015 flogen Frau Martin und die frischgebackenen Absolventen und

Absolventinnen Julia Bauer, Franziska Frister, Laura Kringe, Tobias Mayer und Alessandro Pola nach Laos: Mit einem Konzept zur Verbesserung des Englischunterrichts im Koffer, dazu mit 40 kg modernem, von Schulbuchverlagen gespendetem Unterrichtsmaterial.

Und das Abenteuer begann:

Für das Karlsruher Team standen Zimmer in einer Villa gegenüber einer der Schulen bereit – Unterkunft, Verpflegung und die Flüge hatte die Stiftung übernommen, alles andere war eigenes Engagement. Unter Leitung von Frau Martin startete quasi sofort die Umsetzung des Konzepts zur Anhebung der Standards. Dieses umfasste vier Bausteine: Jede(r) unterrichtete in zwei Stunden laotischer Tandem-Kolleginnen und -Kollegen Englisch mit Unterrichtsmethoden, die dort noch weitgehend unbekannt sind und dem kommunikativen Ansatz folgen. Gleichzeitig wurde den Englischlehrkräften täglich Englischunterricht (Elementary) erteilt, jeder der Deutschen betreute dabei seine zwei laotischen Tandem-Lehrkräfte und gab dabei auch erste Tipps zu den Grundlagen moderner Unterrichtsmethodik. Nachmittags wurden an allen drei Schulen auf dem großen Schulhof für alle Schüler und Schülerinnen und interessierten Lehrkräfte sprachpraktische „Activities“ – von „Singlish“ bis zu „Square Dance“ – angeboten. Schließlich erhielten die Vorschulklassen mündlichen Sprachunterricht mit der Handpuppe „Mr Mopsy“.

Tatsächlich sind die Englischkenntnisse selbst der studierten Lehrkräfte sehr rudimentär, denn das Sprechen der Sprache wird kaum vermittelt. (Die Lehrkräfte werden auch dazu angehalten, im Englischunterricht Laotisch zu sprechen, da Englisch ja nicht verstanden wird.) Zu diesen Herausforderungen kam die völlig andere Kultur im buddhistischen und kommunistischen Laos.

Gleichzeitig erfuhren die jungen Deutschen eine große Gastfreundschaft: Einladungen bei den in äußerst bescheidenen Umständen lebenden Tandempartnern waren selbstverständlich, auch bei touristischen Erkundungen der Hauptstadt und anderen Gegenden begegneten ihnen die Menschen offen, gastfreundlich und immer neugierig. Erste Erfolgserlebnisse gab es auch: Ein Film des PH Teams zeigt, wie die laotischen Lehrkräfte selbstständig die neu erlernten Methoden einsetzten. Zu welcher Verbundenheit diese Arbeit geführt hat, zeigte die Abschiedszeremonie (*baci* genannt) für Isabel Martin und ihr Team.

Verschiedene laotische Bildungsinstitutionen äußerten bereits den Wunsch nach einer Kooperation. Der deutsche Botschafter Michael Grau, der Christian Engel und Isabel Martin ebenfalls empfing, zeigte sich vom Projekt beeindruckt und sagte seine Unterstützung zu. Zum Ende des Pilotprojekts besuchten er und der Vice-Minister of Education and Sports, Kongsy Sengmany, die Schulen der Stiftung und konnten sich selbst

ein Bild vom weiterentwickelten Unterrichtsgeschehen machen.

Johannes Zeck, Manager der Stiftung, beschrieb beim Pressetermin mögliche Ziele für die Zukunft: „Die von der Stiftung geführten Schulen könnten sich zu Bildungszentren weiterentwickeln, die die Qualität des (Englisch-) Unterrichts und der Lehrerbildung im gesamten Land verbessern helfen.“ Hierfür wurde ein „Memorandum of Understanding“ zwischen Stiftung und PH unterzeichnet. Andere „Player“ wie das Australian Institute, die US Embassy und Unternehmen zeigen sich interessiert, Kontakte zur GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) gibt es bereits.

Das Pilotprojekt wurde im Frühjahr 2016 mit drei Studierenden der PH – Isabella Stryj, Jana Brecht und Jule Reissig – weitergeführt und geht ab Herbst mit einem dritten Absolventinnen- und Absolventen-Team (9 Personen) in die erste Projektphase über. PH-Studierende der PO 2011 können sich das Projekt als Professionalisierungspraktikum anerkennen lassen; in der PO 2015 ist „Teaching English in Laos“ im B.A. als Profildbereich wählbar. Das Interesse unter den Studierenden ist groß.

Im Juni gibt es ein Wiedersehen mit vier der laotischen Tandem-Lehrkräfte in Deutschland, wenn diese auf dem Weg zu einem Sprachkurs in England einen Zwischenstopp an der PH Karlsruhe einlegen.



### Weitere Informationen

Projekt-Blog: [www.thelaosexperience.com](http://www.thelaosexperience.com)  
<https://www.facebook.com/stiftungengelfuerkinder/>  
<http://engel-fuer-kinder.de/afc/>

### Kontakt

Isabel Martin  
[martin01@ph-karlsruhe.de](mailto:martin01@ph-karlsruhe.de)





# PERSPEKTIVEN







**Thomas Geier und Katrin U. Zaborowski (Hrsg.) (2016): Migration: Auflösungen und Grenzziehungen – Perspektiven einer erziehungswissenschaftlichen Migrationsforschung. Wiesbaden: VS-Springer.**

Migration irritiert und problematisiert symbolische und strukturelle, rechtliche sowie territoriale Grenzen. Sie können aufgelöst, aber eben stets auch wieder neu gezogen bzw. transformiert werden. Dabei spielen nicht zuletzt pädagogische Handlungsfelder und Institutionen eine entscheidende Rolle. Mit ihren allesamt erziehungswissenschaftlich orientierten Beiträgen zielen die Autorinnen und Autoren des Bandes der Reihe „Studien zur Schul- und Bildungsforschung“ des Zentrums für Schul- und Bildungsforschung Halle (ZSB) darauf, solchen Prozessen von Auflösung und Grenzziehung theoretisch und empirisch auf die Spur zu kommen.



**Thomas Geier und Marion Pollmanns (Hrsg.) (2016): Was ist Unterricht? – Zur Konstitution einer pädagogischen Form. Wiesbaden: VS-Springer.**

Angesichts verschiedener qualitativ-empirischer Zugriffsweisen auf Unterricht und einer bislang noch ungenügenden wechselseitigen Rezeption ihrer Versuche, den Gegenstand Unterricht zu bestimmen, sollen mit dem vorliegenden Band die Gemeinsamkeiten und Differenzen der Perspektiven herausgestellt werden. Die Autorinnen und Autoren interpretieren bzw. rekonstruieren dazu dieselbe transkribierte Unterrichtsstunde aus ihrer jeweiligen Forschungsperspektive und theoretisieren sie im Kontext ihrer Forschungserfahrungen. So sollen die Erträge der versammelten Ansätze für die Beantwortung der Frage „Was ist Unterricht?“ hervortreten.

**Dr. Thomas Geier** vertritt seit dem Wintersemester 2014/15 die Professur für Interkulturelle Pädagogik und Lebenslange Bildung an der PH Karlsruhe.



**Timo Hoyer: Sozialgeschichte der Erziehung (2015). Von der Antike bis in die Moderne. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.**

Das in der Reihe „Grundwissen der Erziehungswissenschaft“ erschienene Studienbuch führt anschaulich in die

Sozialgeschichte der Erziehung ein. Timo Hoyer spannt den Bogen von der griechisch-römischen Antike bis zur Moderne (1918) und betrachtet dabei vor dem Hintergrund der politischen und sozio-kulturellen Veränderungen sowohl die unterschiedlichen Aspekte der privaten als auch der schulischen Erziehung.

Das Buch reflektiert erstmalig in dieser das breite Erziehungsspektrum überblickenden Form die Geschichte der Kindheit und Jugend, die Geschichte der Familie und die der pädagogischen Institutionen auf dem Kenntnisstand der neuesten internationalen Forschung. So schildert der Autor beispielsweise die Kindheits- und Familienverhältnisse in Athen und Rom, die klösterliche Erziehung im Mittelalter, die ersten Universitätsgründungen in Paris und Bologna wie auch die späteren Reformen, die Hofmeister- und Gouvernancerziehung der Frühen Neuzeit, die Alphabetisierungserfolge seit der Aufklärung, die Kinder- und Frauenarbeit während der Industriellen Revolution, die Entwicklungen des deutschen Schulsystems sowie die Grundlegungen der vorschulischen und sonderpädagogischen Erziehungseinrichtungen bis zum Ende des Deutschen Kaiserreichs. Veranschaulicht werden die Entwicklungen u.a. anhand von Spielmaterialien, Kinderkleidung, Schulbüchern, Strafpraktiken und Gesetzestexten.

Der Band zeigt sowohl Verbesserungen und Fortschritte im Erziehungssystem, politische und gesellschaftliche Konflikte und Rückschläge als auch anhaltende soziale Diskriminierungen auf. Er verbindet makrohistorische Perspektiven mit konkreten, mikrohistorischen Darstellungen beispielsweise aus der Schulgeschichte Karlsruhes. So ermöglicht das Buch, die aktuellen pädagogischen Herausforderungen und Debatten auf Grundlage historischer Erkenntnis einzuordnen und zu beurteilen.

Hinweise auf weiterführende Literatur und die in einer Marginalspalte angeführten Leitbegriffe dienen dem Selbststudium.

**Apl. Prof. Dr. Timo Hoyer** ist am Institut für Allgemeine und Historische Erziehungswissenschaft der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe tätig.



**Heike Knortz (2016): Gastarbeiter für Europa. Die Wirtschaftsgeschichte der frühen europäischen Migration und Integration. Köln/Weimar/Wien: Böhlau.**

Ausgehend von der Tatsache, dass sämtliche Initiativen zur Entsendung ausländischer Arbeitskräfte bis zum Anwerbe-

stopp 1973 von den Herkunftsländern ausgingen und diese von bundesdeutscher Seite ausschließlich aus politischen Motiven folgten, fokussiert die Studie auf die bereits 1945/46 einsetzende inraeuropäische Arbeitsmigration, die im Wesentlichen aus italienischen Arbeitern bestand. Diese frühe italienische Arbeitsmigration sollte sich schon bald im Kontext europäischer wirtschaftlicher Rekonstruktion und Zusammenarbeit entwickeln und wurde – ausgehend von den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) und im Rahmen des Marshallplans – von dem politischen Willen zu europäischer Integration begleitet.

Nach einer Analyse der wirtschaftlichen Situation in Italien wird deutlich, dass vor allem der Devisenmangel und der aus einer rapide wachsenden Bevölkerung resultierende „Arbeitskräfteüberschuss“ die Motivation für zahlreiche von Italien forcierte Migrationsabkommen darstellten. Hier werden solche mit Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland abgeschlossenen Abkommen genauer untersucht.

Frankreich, Großbritannien und die USA betrachteten den italienischen Bevölkerungsüberschuss nicht zuletzt aus Sicherheitsgründen als Problem von europäischem Interesse, das deshalb auch innerhalb der UNO, der International Labour Organisation (ILO), der Organization for European Economic Cooperation (OEEC) oder sogar der NATO behandelt wurde. Vertiefend beleuchtet werden unter diesen Vorgängen vor allem die zahlreichen Initiativen Italiens auf europäischer Ebene, die noch vor Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) auf einen durch Freizügigkeit zu erreichenden europäischen Arbeitskräfteausgleich zielten.

**Apl. Prof. Dr. Heike Knortz** ist im Institut für Ökonomie und ihre Didaktik der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe tätig.



**Christiane Hochstadt, Andreas Krafft, Ralph Olsen (2015): Deutschdidaktik. Konzeptionen für die Praxis. Tübingen: Francke/UTB.**

„Deutschdidaktik – Konzeptionen für die Praxis“ erschien im Oktober 2015 bereits in der zweiten Auflage.

Das Buch versteht sich als eine insbesondere an Studierende und Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter gerichtete Einführung mit einem besonderen Fokus: Der Blick wird auf fachdidaktische Konzeptionen gelenkt, die hier als ein ganz wesentlicher Baustein für die professionelle Planung von Unterrichtsstunden angesehen werden.

Bei der Betreuung von Studierenden in Praktika machten die Autorin und die Autoren immer wieder die Erfahrung, dass auch profunde fachwissenschaftliche Kenntnisse und pädagogische Kompetenzen keine Garantie dafür sind, dass eine Unterrichtsplanung in didaktischer Hinsicht tatsächlich gelingt. Insbesondere bei der Auswahl fachdidaktischer Konzeptionen (und deren Begründung) scheinen viele Studierende überfordert. Es fällt ihnen schwer, Ansätze wie die Grammatik-Werkstatt, den handlungs- und produktionsorientierten Literaturunterricht oder die silbenanalytische Methode passend zum Lerngegenstand auszuwählen und daraus die folgerichtigen methodischen Konsequenzen zu ziehen. Erst wer die Vielfalt der fachdidaktischen Zugänge kennengelernt hat und sich mit ihnen kritisch auseinandergesetzt hat, besitzt das Rüstzeug dafür, guten Deutschunterricht planen und durchführen zu können.

Davon ausgehend und orientiert an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK) werden in diesem Band die sprach-, literatur- und mediendidaktischen Konzeptionen, die die aktuelle Diskussion prägen, ausführlich dargestellt, problematisiert und durch Aufgabenstellungen und weiterführende Literaturhinweise ergänzt. Es hat sich in Begleitveranstaltungen zum Integrierten Semesterpraktikum (ISP) bereits gezeigt, dass die Zusammenstellung von vielen Studierenden als wertvolle Hilfe erlebt wird.

Für die zweite Auflage wurden neben einigen Korrekturen und Erweiterungen auch alle in der Zwischenzeit erschienenen relevanten deutschdidaktischen Publikationen eingearbeitet.

**Dr. Andreas Krafft** ist Akademischer Mitarbeiter für Sprachwissenschaft und Sprachdidaktik am Institut für deutsche Sprache und Literatur der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe.



**Gerhard Fritz, Frank Meier (Hrsg.) (2016): Landesgeschichte in Forschung und Unterricht. Beiträge des Tages der Landesgeschichte in der Schule vom 22. Oktober 2014 in Waiblingen. Herausgegeben vom Württembergischen Geschichts- und Altertumsverein und den Abteilungen Geschichte der Pädagogischen Hochschulen Schwäbisch-Gmünd und Karlsruhe. Stuttgart: Kohlhammer.**

Die seit 2005 erscheinende Reihe „Landesgeschichte in Forschung und Unterricht“ des Württembergischen Geschichts- und Altertumsvereins ist die maßgebliche Plattform für die Behandlung der Landes- und Regionalgeschichte in Studium und Schulpraxis in Baden-Württemberg. In dieser Zeitschrift werden fachwissenschaftliche sowie fachdidaktische und unterrichtspraktische Beiträge vorgestellt. Sie dient in erster Linie der Dokumentation des jährlich stattfindenden „Tages der Landesgeschichte in der Schule“, der unter der Leitung von Gerhard Fritz (Pädagogische Hochschule Schwäbisch-Gmünd) und Frank Meier (Pädagogische Hochschule Karlsruhe) in Kooperation mit den Fachabteilungen für Gymnasien an den Regierungspräsidien (Lehrerfortbildung) einmal jährlich im Anschluss an die „Heimattage in Baden-Württemberg“ organisiert wird. Der „Tag der Landesgeschichte“ ist als Lehrerfortbildung anerkannt und ist die größte Einrichtung ihrer Art.

Der Tagungsband von 2015 versammelt die Beiträge des „37. Tages der Landesgeschichte in der Schule“ vom 22. Oktober 2014 in Waiblingen zum Leitthema „Unbotmäßig Land – demokratische Bewegungen vom Späten Mittelalter bis in die Gegenwart“. Darin geht es von partizipatorischen Bewegungen in den kleineren Territorien Südwestdeutschlands im Alten Reich, die Konflikte um politische Teilhabe von der Frühen Neuzeit bis zur Gegenwart vom „Armen Konrad“ bis hin zu den Revolutionen von 1848/49 bzw. 1918/19 und den Demonstrationen gegen „Stuttgart 21“, die Anfänge der Geschichte der Arbeiterbewegung in Südwestdeutschland u.v.m. Zudem werden verschiedene Unterrichtsmodelle vorgestellt, wie Lokalgeschichte sinnvoll umgesetzt werden kann.

**Prof. Dr. Frank Meier** ist im Fachbereich Geschichte am Institut für Transdisziplinäre Sozialwissenschaft der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe tätig.



**Marcus Müller (2016): Körperbasiertes Entspannungstraining im Elementarbereich. Entwicklung – Implementierung – Evaluation. Schorndorf: Hofmann.**

Beobachtungen in elementarpädagogischen Settings zeigen, dass sich die Auswirkungen unserer Stressgesellschaft bereits in der jüngsten Bildungsgeneration zeigen. So haben Kinder im Vorschulalter vermehrt Probleme, ihren Körper wahrzunehmen und körperliche Signale zu deuten. Die Zunahme von Aufmerksamkeits- und Konzentrationsproblemen, von Impulsivität und Hyperaktivität sprechen eine deutliche Sprache. Gefragt sind deshalb körperbasierte Entspannungsverfahren, die den Kindern Hilfen bei der Orientierung am eigenen biologischen Rhythmus geben können.

Hier setzt die vorliegende Interventionsstudie an, die den Einsatz von Kurzentspannungsprogrammen im elementarpädagogischen Setting in den Mittelpunkt rückt. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der wenigen Gesundheitsprojekte mit dem Schwerpunkt Entspannung in dieser Altersgruppe sowie auf Basis quantitativ-qualitativer Analysen der elementarpädagogischen Erziehungs- und Bildungspläne in Deutschland wurden kindgerechte körperbasierte Entspannungsprogramme entwickelt und deren Implementation in ausgewählten Kindertagesstätten wissenschaftlich begleitet. In der Evaluation wurde ein komplexes Methodeninstrumentarium eingesetzt, das neben Beobachtungen und Befragungen der beteiligten Kinder, der Erzieherinnen und Erzieher sowie der Eltern auch erstmals psychophysiologische Testverfahren zur Messung der Entspannungswirkungen bei Kindern im Vorschulalter umfasste. Die Ergebnisse der Evaluation zeigen, dass sich kindgerecht konzipierte Entspannungsprogramme sehr gut in den Alltag von Kindertagesstätten einbauen lassen. Darüber hinaus lassen sich bei den Kindern signifikante gesundheitsfördernde Effekte durch solche Programme nachweisen.

Dieser Band wendet sich vor allem an die Leitungen und das Personal im Elementarbereich, an Fachkolleginnen und -kollegen sowie Studierende der Sportwissenschaft, Frühpädagogik und Gesundheitswissenschaften.

**Dr. Marcus Müller** ist in der Abteilung Körperbildung und Gesundheit am Institut für Bewegungserziehung und Sport der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe tätig.



**Joachim Bark; Hans-Christoph Graf v. Nayhauss (2015): Profile deutscher Kulturepochen. Band 3: Vom Realismus in die Moderne. 1849-1918. Stuttgart: Kröner.**

Die sechs Jahrzehnte nach der gescheiterten März-Revolution von 1848 bis zum Ende des Ersten Weltkriegs 1918 vereinigen

Gegensätze wie kaum ein anderer Zeitraum: Realismus, Naturalismus und seine Gegenbewegungen, Impressionismus und Expressionismus bis hin zum Dada und die Moderne auf der Seite von Kunst und Literatur, gesellige Programmmusik auf der einen, das Genie Wagner auf der anderen Seite der Musik; schillerndes Gesellschaftsleben, freie Liebe, Nacktkultur, aber auch der Aufschwung der Arbeiterbewegung, die Engstirnigkeit des Nationalismus und der Erste Weltkrieg fallen in diese Zeit. Die These des Bandes besteht darin zu zeigen, wie vor dem Ersten Weltkrieg der Zusammenfall aller geistigen, philosophischen und künstlerischen Richtungen in die Gleichzeitigkeit eines Ungleichzeitigen, in die Simultaneität eines Nebeneinandern zu einer spezifisch ambivalenten Haltung der Menschen führte, so dass sie zwischen Vernichtungslust und Untergangsansturm hin und her schwankten. Das Nebeneinander schloss dabei das Nacheinander nicht aus, sondern das Vorher und das Danach sowie das Miteinander bildeten eine Einheit, die Hugo v. Hofmannsthal seinen jungen Lord Chandos 1902 folgendermaßen beschreiben lässt:

„Mir erschien damals in einer Art von andauernder Trunkenheit das ganze Dasein eine Einheit: geistige und körperliche Welt schienen mir keinen Gegensatz zu bilden, ebenso wenig höfisches und tierisches Wesen, Kunst und Unkunst, Einsamkeit und Gesellschaft.“

Die Vielgestaltigkeit der Epoche rekapitulieren die *Profile deutscher Kulturepochen* schon seit den Bänden über die Aufklärung und die Klassik, Romantik und Restaurationszeit immer in zwei Teilen: Im ersten Teil werden die einzelnen Bereiche vorgestellt – Literatur, Musik, Kunst, Politik, Theologie und Philosophie; epochentypische Charakteristika, aber auch Widersprüche und Gegenbewegungen. Im zweiten Teil kommen die Zeitgenossen selbst zu Wort: Repräsentative Auszüge aus wichtigen und folgenreichen Texten stehen für die Epoche; kurze, komprimierte Einleitungen ordnen die Texte in den allgemeinen Kontext ein.

**Prof. Dr. Hans-Christoph Graf v. Nayhauss** ist Professor im Ruhestand am Institut für deutsche Sprache und Literatur der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe.



**Waltraud Rusch (Hrsg.) (2015): Textil – Kultur – Mode. Festschrift 40 Jahre Fachverband ... textil..e.V. Wissenschaft – Forschung – Bildung. Norderstedt: BoD.**

Textilien in den verschiedensten Formen gehören zu den ältesten Artefakten, die seit der Frühzeit der Menschen hergestellt werden. Bis heute zählen sie zu einer der wenigen Produktgruppen, die in allen Lebensbereichen der Menschen Anwendung finden. Die „Handarbeit“ hat in der Gegenwart gesellschaftlich eine Aufwertung erfahren, verknüpft mit der Sehnsucht nach dem Echten, dem Handgemachten, dem Individuellen. Sinnliche Erfahrungen und sinnvolle Erlebnisse werden spürbar und wirken.

Zum 40-jährigen Bestehen des Fachverbands „...textil..e.V.“ hat er unter Leitung der langjährigen Vorsitzenden eine fachwissenschaftlich und fachdidaktisch ausgerichtete Festschrift herausgegeben. In dieser spiegeln sich sowohl die fachwissenschaftliche Breite als auch das Ringen um die didaktische Weiterentwicklung des Textilunterrichts in Vergangenheit und Gegenwart. Die 21 Autorinnen und Autoren sind dem Fachverband ...textil..e.V. als Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Mitglieder oder Fördernde verbunden. Die persönliche Auseinandersetzung mit dem Textilien wird in zahlreichen Beiträgen spürbar.

Weitere Beiträge setzen sich mit der Veränderung der Bildungslandschaft auseinander, die zur Umgestaltung von Schwerpunkten und Inhalten des Textilien führten. Der fundamentale Bildungsgehalt des Textilien ist deutlich herausgearbeitet. Die Bezüge zu den vielfältigen technologischen, ökologischen, ökonomischen, soziologischen, psychologischen, kulturwissenschaftlichen, historischen und ästhetischen Anteilen des Textilien und dessen Vermittlung mit alltagsrelevanten Theorie- und Praxisanteilen in Bezug zu einer umfassenden zeitgemäßen Allgemeinbildung werden aufgezeigt. Die Aspekte Kultur, Historie und Können werden zukunftsorientiert diskutiert.

**Prof. Dr. Waltraud Rusch** ist am Institut für Alltagskultur und Gesundheit an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe tätig und seit 2003 Vorsitzende des Fachverbandes ...textil..e.V.





**Annette Scheible (2015): Der radikale Konstruktivismus. Die Entstehung einer Denkströmung und ihre Anschlussfähigkeit an die Religionspädagogik. Münster: LIT Verlag.**

Mitte der 1980er Jahre entwickelte sich eine neue Wissenstheorie, nämlich die des

Radikalen Konstruktivismus. Dieser hat seine Wurzeln in drei Fachgebieten bzw. Theorietraditionen, die durch das gemeinsame philosophisch-erkenntnistheoretische Interesse des Sprach- und Entwicklungspsychologen Ernst von Glasersfeld, des Kybernetikers Heinz von Foerster und des Biologen Humbert R. Maturana verbunden sind. Alle drei interessieren sich dafür, wie der Mensch sich sein Wissen aufbaut, und begründen dies auf der Basis ihres Wissensgebietes. Dabei vertreten sie die These, dass die Realität unerkennbar sei. Diese Annahme stößt allerdings in sämtlichen Fachdidaktiken auf Kritik. Wohl rezipieren sie den Radikalen Konstruktivismus, aber in einer erkenntnistheoretisch abstinenteren Form als „pädagogischen Konstruktivismus“ und greifen seine didaktischen und pädagogischen Ideen auf. Durch diesen eklektischen Umgang mit ihren Thesen wird dieser Wissenstheorie jedoch zum einen ihr Fundament abgegraben und zum anderen der berechnete Vorwurf zuteil, sie bringe nichts Neues.

In der vorliegenden Publikation wird zunächst die Geschichte des Radikalen Konstruktivismus anhand erkenntnistheoretischer, philosophischer, sprachwissenschaftlicher und diverser naturwissenschaftlicher Fragen, die sich aus dem aktuellen Zeitgeist ergaben, ausgefächert. Es werden seine Stärken und Schwächen diskutiert und die Auswirkungen auf das pädagogische Handeln im Allgemeinen und die Religionspädagogik im Besonderen eruiert. Unter der Prämisse, dass der Weg des Glaubens ein persönlicher ist und die Schülerinnen und Schüler sich frei und selbständig religiös orientieren sollen, wird der radikale Konstruktivismus als zeitgemäßer und inspirierender Gesprächspartner der christlichen Theologie als wertvoll beurteilt. Es wird gezeigt, dass gerade ein Konstruktivismus in seiner erkenntnistheoretischen „radikalen“ Form der christlichen Religionspädagogik und -didaktik hilfreiche Impulse bieten kann, sodass sich ein eindeutiger Anschluss an ihn empfiehlt.

---

**Dr. Annette Scheible** ist am Institut für Evangelische Theologie/Religionspädagogik der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe tätig.

---



**Désirée Waterstradt (2015): Prozess-Soziologie der Elternschaft. Nationsbildung, Figurationsideale und generative Machtarchitektur in Deutschland. Münster: Momenstein und Vannerdat.**

Was ist Elternschaft? Dieser einfachen, aber grundlegenden Frage geht die jetzt veröffentlichte, interdisziplinäre Studie über Elternschaft nach.

Kaum etwas erscheint bis heute so selbstverständlich wie die Elternschaftskonzepte, mit denen man aufwächst. Auch in Wissenschaft und Berufspraxis wurde das Verständnis von Elternschaft bislang nicht grundlegend hinterfragt: Nachschlagewerke und Fachliteratur von Soziologie, Psychologie und Pädagogik zeigen die Wissenslücke. Auch eine Sozialgeschichte, Entwicklungspsychologie oder Soziologie der Elternschaft gibt es bislang nicht. Wie sehr die unhinterfragte Selbstverständlichkeit die sozialhistorische Prägung und normative Aufladung von Elternschaft verdeckt, zeigt die interdisziplinäre Untersuchung von Begriffen, Wissensgrundlagen und nationaler Rahmung.

Am Beispiel Deutschlands skizziert die Studie den sozialhistorischen Wandel von Elternschaft. In den gut zwei Jahrhunderten moderner deutscher Nationsbildung veränderte sich Elternschaft grundlegend. Dies wird in sechs Themenbereichen gezeigt – vom Aufstieg moderner Familien- und Elternschaftsideale, der Veränderung der Bevölkerungsentwicklung und der Abstammungskonzepte, dem Aufstieg der modernen Zentralkategorie der Arbeit, der wachsenden Kindzentrierung bis zum Verblässen des traditionellen Ehrgebots gegenüber Eltern.

Auf Basis der Ergebnisse ist ein erstes theoretisches Grundlagenkonzept entstanden: Es beschreibt Elternschaft nicht nur als persönlichen Entwicklungsprozess, sondern zugleich als langfristigen gesellschaftlichen Entwicklungsprozess, durch den Gesellschaften ihre Generativität gewährleisten und ausgestalten.

---

**Désirée Waterstradt** hat von 2009-2014 am Institut für Transdisziplinäre Sozialwissenschaft bei Prof. Dr. Annette Treibel-Illian promoviert.

---



**Gabriele Graube, Maja Jeretin-Kopf, Walter Kosack, Ingelore Mammes, Ortwin Renn, Christian Wiesmüller (2015): Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“. Schaffhausen: SCHUBI Lernmedien online.**

Der siebte Band der Publikationsreihe Wissenschaftliche Untersuchungen der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ stellt unter anderen die Studienergebnisse der Karlsruher Wissenschaftlerin Maja Jeretin-Kopf und der beiden Wissenschaftler Walter Kosack, und Christian Wiesmüller vor. Während die vorhergehenden Bände vornehmlich Ziele und Herangehensweisen in der frühen naturwissenschaftlichen Bildung thematisierten, setzen sich die vier Beiträge in diesem Band mit Zielen und Konzepten der frühen technischen Bildung auseinander. Ortwin Renn führt mit einem Geleitwort in die Thematik ein.

Die Autorin und Autoren spezifizieren pädagogisch-inhaltliche Zieldimensionen früher technischer Bildung und empfehlen Instrumente für deren Messung. Hierzu werden auch die Ergebnisse zweier empirischer Studien dargestellt: Eine untersuchte den Einfluss verschiedener technikdidaktischer Materialsysteme auf die kindliche Motivation, problemlösendes Denken und technische Kreativität, während die zweite dem Einfluss verschiedener technikdidaktischer Methoden auf die kindliche Motivation sowie technikspezifische Denk- und Handlungsweisen nachgeht. Den Abschluss bilden zusammenfassende Empfehlungen für die künftige Arbeit der Stiftung.

In einem weiteren Beitrag formulieren Gabriele Graube und Ingelore Mammes ein didaktisches Konzept zur Unterstützung des professionellen Handelns pädagogischer Fach- und Lehrkräfte bei der Begleitung kindlicher Bildungsprozesse in ihrer Auseinandersetzung mit Natur und Technik.

Das Schlusskapitel des Bandes beschreibt die Umsetzung dieser wissenschaftlichen Empfehlungen in den inhaltlichen Angeboten der Stiftung und ihrer fachlichen Weiterentwicklung.

---

**Prof. Dr. Christian Wiesmüller** ist am Institut für Physik und Technische Bildung der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe tätig.

---

# Nachgefragt bei Hermann Heck

Nachdem unter der Aufsicht des Sicherheitsbeauftragten Anton Gross alle Taschen von Münzen und metallenen Gegenständen befreit sind, darf die Interviewerin durch Hochsicherheitstüren den Geschäfts- und Maschinenbereich der Staatlichen Münzen Baden-Württemberg, Prägestätte Karlsruhe, betreten. Im Anschluss an das Interview mit dem Karlsruher Münzbeamten Hermann Heck im Büro des Münzleiters im 2. Obergeschoss mit herrlichem Blick auf die Karlstraße gibt es noch eine Führung durch die Prägestätte, wo die Besucherin unter anderem die Genauigkeit der so schnell (und laut) arbeitenden Maschinen beeindruckt.



Münzbeamter Hermann Heck vor der Verpackungsmaschine im Keller

Guten Tag Herr Heck. Ich freue mich, dass ich in die Staatliche Münze Baden-Württemberg kommen und ein paar Fragen für unser Bildungsjournal DIALOG stellen darf. Beginnen wir mit der Geschichte der Staatlichen Münze, seit wann gibt es sie?

Die Einweihung war am 9. Februar 1827 nach ein- einhalb jähriger Bauzeit. Es war der 64. Geburtstag von Großherzog Ludwig I., der auch den Auftrag zum Bau der Münze gegeben hatte. Dafür steht auch das „L“ auf dem Wappen über dem Haupteingang. Es ist das letzte von Weinbrenner entworfene Gebäude. Seine Fertigstellung hat er leider nicht mehr erlebt.

Ja, eines der schönsten Gebäude der Stadt. Was waren damals im 19. Jahrhundert die Aufgaben der Münze?

Die Aufgabe der Münze war von jeher die Prägung von Münzen. Die Münze Karlsruhe wurde als Münzstätte gebaut und dient dem Zweck ununterbrochen bis heute. Das ist eine gewisse Einmaligkeit in Deutschland.

1998 wurde die Staatliche Münze Karlsruhe mit der Staatlichen Münze Stuttgart zusammengelegt.

Ja, seitdem ist die offizielle Benennung Staatliche Münzen Baden-Württemberg, Prägestätte Karlsruhe, beziehungsweise Prägestätte Stuttgart.

Was war der Grund für die Fusion?

Man wollte damals Institutionen, die irgendwie zusammengehören, zusammenfassen. Ziel der Zusammenführung der Stätten waren selbstverständlich auch Synergie-Effekte, um Kosten zu sparen. Es wurden dann bestimmte Bereiche von Karlsruhe nach Stuttgart verlagert und umgekehrt. Zum Beispiel ist die Werkzeugherstellung nun zentral in Stuttgart, wie auch Sitz und Leitung der Münze. In Karlsruhe wird aber immer noch geprägt: Umlaufmünzen, Sammlermünzen und auch Medaillen.

Was ja auch die originäre Aufgabe einer Münze ist. Welche Münzen werden in Karlsruhe hergestellt? Bestimmte Euromünzen?

Wir prägen alle Euromünzen, die im Umlauf sind, beginnend bei 1 Cent bis 2 Euro und neuerdings 5 Euro. Dazu kamen 10-Euro-Gedenkmünzen, die werden 2016 allerdings abgelöst durch 20-Euro-Gedenkmünzen, auch wieder in Silber. Außerdem machen wir jedes Jahr eine 20-Euro-Goldmünze und eine 100-Euro-Goldmünze. Bei den 20-Euro-Goldmünzen gibt es jetzt die neue Motivreihe „Hei-

mische Vögel“. Das erste Motiv ist die Nachtigall. Die Vorgängerserie war „Deutscher Wald“. Bei den 100-Euro-Gedenkmünzen handelt es sich um UNESCO Weltkulturerbe Motive. Das nächste Motiv, das wir ab 2016 prägen werden, ist UNESCO Welt-erbe – Altstadt Regensburg mit Stadtamhof.

Kürzlich hat eine 5-Euro-Münze einiges Aufsehen erregt. Handelt es sich hier auch um eine Gedenkmünze, oder gibt es den Plan, eine 5-Euro-Münze in den alltäglichen Umlauf zu geben wie es früher die 5-Mark Münze war?

Im Moment ist es eine Gedenkmünze, sie ist auch nur in Deutschland gültig. Es gibt davon zwei Millionen in sogenannter „Stempelglanzausführung“ und 250.000 in „Spiegelglanzausführung“. Die Ausgabe war am 14. April 2016 und die Münzen waren meines Wissens nach wenigen Tagen vergriffen.

Das ist vielleicht gar nicht so überraschend. Denn das 5-Mark-Stück ist etwas, das jeder ein bisschen vermisst. Zudem gibt es bei der 5-Euro-Münze eine weitere Besonderheit ...

Ja, es handelt sich hier um eine Weltneuheit: Es ist weltweit die erste Münze, die nicht nur aus Metallen besteht, sondern in der Mitte einen durchsichtigen, blauschimmernden Polymerring enthält. Sie ist das Ergebnis langjähriger gemeinsamer Forschung von Bundesbank, Bayerischer Münze, der Staatlichen Münze Baden-Württemberg und dem Leibniz-Institut der RWTH Aachen. Die Erfindung ist auch durch ein Patent geschützt.



Die Vorder- und Rückseite der 5-Euro-Gedenkmünze und der eingefügte Polymerring





Die Münzmitarbeiter Thomas Kremer und Karsten Mohr auf der Fügemaschine auf der die Rohlinge für die Polymermünze zusammengefügt werden. Eine weitere Maschine gibt es nur beim Bayerischen Hauptmünzamt in München

Kann die neue Münze in allen Münzstätten in Deutschland hergestellt werden?

Geprägt wird sie an allen fünf Standorten, es gibt sogar für jeden einen anderen Blauton des Polymerings. Doch das Zusammenfügen der „Pille“ mit dem Kunststoff- und Außenring erfolgt nur in den Prägestätten in Karlsruhe und München. Von diesen Prägestätten gehen dann die „gefügten Rohlinge“ an die anderen Prägestandorte in Berlin und Hamburg.

Nun hat der Polymerring nicht nur einen ästhetischen Zweck?

Nein, es können auch Sicherheitsmerkmale eingebaut werden, die die Münze noch fälschungssicherer machen.

Wer legt fest, welche Münzen sonst hier geprägt werden?

Die Prägeaufträge erhalten wir vom Bundesamt für zentrale Dienste und offene Vermögensfragen in Bad Homburg.

Auf Ihrer Homepage ist zu lesen, dass Sie auch als internationales Unternehmen agieren. Können Sie ein Beispiel für einen Auftraggeber oder sogar ein Land, für das hier Münzen geprägt werden, nennen?

Auslandsmünzen werden weltweit ausgeschrieben und wir bewerben uns als Wettbewerber um diese Aufträge. Zwei größere Projekte waren in der jüngeren Vergangenheit Bolivien, für das wir 464 Millionen Münzen geprägt haben, und die Euroausstattung von Lettland. Das war eine Größenordnung von 400 Millionen Stück, die wir in Karlsruhe und Stuttgart geprägt haben.

Das sind beeindruckende Zahlen. Auch um welche Größenordnungen es hier geht. 400 Millionen Münzen für ein kleines Land wie Lettland! Wenn ich also in Lettland Urlaub mache und eine lettische Euro-Münze bekomme, dann weiß ich, die ist hier in Karlsruhe geprägt worden.

In Karlsruhe oder in Stuttgart. Spannender allerdings war der Auftrag aus Bolivien: Die Münzen mussten über den Panamakanal nach Chile transportiert und von dort mit großen LKWs nach La Paz auf über 3200 m Höhe gebracht werden.

Interessant wäre das Thema Münzherstellung auch in der Schule. Gibt es die Möglichkeit, dass Schulklassen sich für eine Führung hier in der Münze anmelden können?

Wir können das leider wirklich nur in Ausnahmefällen anbieten, wenn es beispielsweise in einer Schule einen Workshop gibt, in dem die Münzprägung im Mittelpunkt steht. Auch muss die Teilnehmerzahl mit maximal 15 – 20 Personen überschaubar sein.

Wir haben nur eine kleine Belegschaft, ca. 20 Leute. Und solch eine Führung stört den Ablauf schon erheblich. Denken Sie allein an die Sicherheitsvorkehrungen, die Sie ja auch durchlaufen mussten.

Wie könnten die Staatliche Münzen, das Prägen und die Münzen selbst dennoch Thema im Schulunterricht sein? Was sollte Ihrer Meinung nach in die Schulbildung einfließen?

Einmal der Herstellungsprozess an sich, der ist ja hochtechnisiert. Dann das Geld an sich. Was ist Geld überhaupt? Wofür steht Geld? Was kann man mit Geld machen? Was passiert, wenn wir kein Geld, kein Kleingeld in der Tasche haben?

Sie betonen den Herstellungsprozess. Wünschen Sie sich mehr technisches Verständnis und handwerkliches Interesse seitens der Schülerinnen und Schüler?

Ja, Handwerk ist wichtig. Wir haben verschiedene Metallberufe hier, Schlosser und Werkzeugmacher. Präger an sich ist ein Anlernberuf, es gibt sogenannte Münzfacharbeiter, die das durch eine Prüfung bei uns geworden sind. Wir haben auch schon Maler und Bäcker gehabt, die zum Münzfacharbeiter umgeschult wurden.

Dann ist die ein Staatliche Münze Baden-Württemberg ein Ausbildungsbetrieb?

Ja, allerdings mehr in Stuttgart. Dort werden zum Beispiel Mechatroniker ausgebildet.

Und ist die Münze beliebt als Ausbildungsbetrieb?

Ja, auf jeden Fall. Wir schreiben fast jedes Jahr Ausbildungsstellen aus und bekommen immer sehr viele Bewerbungen. In der Regel können wir nur ein oder zwei Auszubildende einstellen, da unsere Möglichkeiten leider personell begrenzt sind, was die Ausbildung betrifft, aber die Plätze sind begehrt.



Die Staatliche Münze Baden-Württemberg in Karlsruhe in der Stephaniestraße 28

Könnte die Staatliche Münze in die Lehrerbildung mit- einbezogen werden? Können Sie sich vorstellen, dass es kleine Exkursionen für Studierende der Fächer Mathematik, Physik oder Technische Bildung gibt?

Ja, das kann ich mir durchaus vorstellen. Wie gesagt, wir haben hier hydraulische Pressen im Einsatz und sehr viel Technik und Hightech, das ist sicherlich interessant für Studierende der PH.

Das gebe ich gerne an unsere Lehrenden weiter, PH und Münze sind ja fast direkte Nachbarn, da bietet sich eine Zusammenarbeit an.

Organisatorisch wichtig ist, dass eine Anfrage wegen eines Besuchs immer schriftlich an die Münzleitung erfolgen muss.

Nun ein anderes Feld der Zusammenarbeit: Angenommen, die PH hätte ein anstehendes Jubiläum. Was käme aus Ihrem Angebot für die Pädagogische Hochschule Karlsruhe in Frage?

Wir hätten zum Beispiel eine Gedenkmedaille in Silber, ich sage mal, Gold ist wahrscheinlich zu teuer. Aber abgesehen davon kann jeder Medaillenkunde werden. Die Herstellung der Werkzeuge ist das, was teuer ist. Die Herstellung der speziellen Medaillen, also ihrer Prägestempel, weniger, das Teure ist hier das Material, vor allem, wenn es um Gold geht. Aber Silbermedaillen... Sie schicken uns ein Bild von ihrem Gebäude oder von einer Persönlichkeit, wir übergeben das einem Graveur, der daraus einen Vorschlag erstellt, und wenn Sie diesen für gut befinden, können wir daraus Prägestempel fertigen und „PH-Medaillen“ prägen. Anlassbedingt.

Das klingt ziemlich unkompliziert. Sind Medaillen nach wie vor etwas, das sich bei Unternehmen und öffentlichen Institutionen großer Beliebtheit erfreut?

Ja. Absolut ja, gerade bei Jubiläen. Wir prägen jeden Tag Medaillen.

Was ist genau der Unterschied zwischen Medaillen und Gedenkmünzen?

Münzen sind gesetzliche Zahlungsmittel, Medaillen nicht. Es gibt eine Medaillenverordnung, die genau vorschreibt, was erlaubt ist und was nicht. Medaillen dürfen auf keinen Fall die gleichen Maße haben wie eine Münze – aus wohlverstandenen Gründen, um Automatenbetrug vorzubeugen.

Die Gedenkmünze könnte in einem Laden verwendet werden? Ich könnte mit einer 5-Euro-Gedenkmünze etwas für 5 € kaufen? Das macht natürlich niemand, wäre aber möglich?

Ja, Gedenkmünzen sind gesetzliches Zahlungsmittel. Allerdings, sag ich mal, wenn Sie mit einer 20-Euro-Gedenkmünze in einen Laden kommen, ist nicht unbedingt gesagt, dass diese an der Kasse auch angenommen wird.

Aber eigentlich hat sie den Gegenwert von 20 €?

Sicher, wenn Sie zur Bundesbank gehen, wird Sie Ihnen sofort umgetauscht, das ist kein Problem.

Eine letzte Frage zum Standort: Es gibt die Staatlichen Münzen Baden-Württemberg, wo in Deutschland sind noch weitere Münzprägestätten?

Also es beginnt bei A mit Berlin: Münzbuchstabe A Berlin, in München gibt es den Buchstaben D, Stuttgart mit F, dann eben Karlsruhe mit G und Hamburg mit J. Fünf Prägestätten insgesamt. An den Buchstaben erkennen Sie, an welchem Standort eine Münze geprägt wurde.

Und wie kommt es, dass wir in Baden-Württemberg eine Staatliche Münze haben? Ist das ein Privileg? Ist das historisch bedingt?

Das ist historisch bedingt. Es gab früher noch weitere Prägestätten in Deutschland, in Leipzig, in Darmstadt, in Frankfurt und anderswo. In Baden-Württemberg sind wir eben übrig geblieben. Das ist sicherlich ein ganz großes Privileg, dass wir ein Bundesland sind, in dem es sogar zwei Prägestätten gibt. Auch das Land Baden-Württemberg weiß das zu schätzen. Das erfahren wir immer wieder von unserem obersten Dienstherrn, dem Finanzministerium in Stuttgart, wo wir ja auch unsere Gewinne abliefern.

Ach, das überrascht mich jetzt. Die Staatliche Münze ist also ein Landesbetrieb, der Gewinn macht?

Gewinn erwirtschaften soll.

Und zurzeit wohl auch tut.

Immer schon, immer. Ja.

Dann wünschen wir, dass es so bleibt. Ich danke herzlich für das Gespräch.

Die Fragen stellte Kirsten Buttgerit

## Impressum

**Herausgeber** Rektorat der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe **Redaktionsteam** Christiane Benz, Rainer Bolle, Kirsten Buttgerit, Ralph Hansmann, Wolfgang Menzel *Rubriken und Koordination:* Kirsten Buttgerit und René Kegelmann **Anschrift der Redaktion** Bismarckstraße 10, 76133 Karlsruhe, Tel.: +49 721 925 4014, Fax: -4010, E-Mail: kommunikation@ph-karlsruhe.de **ISSN** 2199-5265 **Bildnachweis** Die Rechte der Grafiken liegen, wenn nicht anders angegeben, bei den Autorinnen und Autoren. S. 2: Christiane Benz, Kirsten Buttgerit; S. 3, S. 4/5, S.56/57: Stefan Held; S. 6–13: Christiane Benz, MiniMa; S. 14: iStock/aerogondo; S. 16: <http://archiv.ub.uni-heidelberg.de>; S. 17: <http://4.bp.blogspot.com>; S. 18–20: Mit freundlicher Nutzungsgenehmigung der © Ernst Klett Verlag GmbH. Aus: Spiegel, H., Hrsg. Wittmann Erich Ch., Müller, Gerhard N., Illustr.: Rolf Burse (1996) Spiegeln mit dem Spiegel. Arbeitsheft. Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart; S. 21: Mutfried Hartmann; S. 22: iStock/Bart Coenders; S. 25–28: Sebastian Wartha; S. 29: Ulrich Kortenkamp; S. 30–39: Thomas Borys; S. 40: iStock/dodo4466; S. 43–45: Fabian Mundt; S. 46/47: Tilmann Binz; S. 48: Stefan Rosebrock; S. 49: Ernst-Reuter-Schule Karlsruhe; S. 50: Ralph Hansmann; S. 52: SLZ; S. 53: Fiona Poorman; S. 54–55: Stiftung „Engel für Kinder“; S. 58–63: Die Rechte der Bilder liegen bei den Verlagen; S. 64–67: Kirsten Buttgerit; Umschlag innen: Tilmann Binz **Gestaltungskonzept** Wagner Rexin **Druck** Druckhaus Karlsruhe – Druck + Verlag Südwest **Auflage** 1500 Exemplare

Dialog finden Sie online unter [www.ph-karlsruhe/dialog](http://www.ph-karlsruhe/dialog)



---

Aus dem Inhalt: **Seite 6** | Den Blick schärfen | **Seite 14** | Ein Fachbegriff im Spiegel des Alltags | **Seite 22** | Beratungsstelle Rechenstörungen: Mathematische Schwierigkeiten diagnostizieren und überwinden | **Seite 29** | Drei Thesen zur Informatik in der Schule und an Pädagogischen Hochschulen | **Seite 30** | Kryptologie im Mathematikunterricht – Welche Inhalte sind sinnvoll? | **Seite 40** | Informatics matters! | **Seite 46** | IM FOKUS | **Seite 56** | PERSPEKTIVEN | **Seite 64** | Nachgefragt bei Hermann Heck, Staatliche Münzen Baden-Württemberg