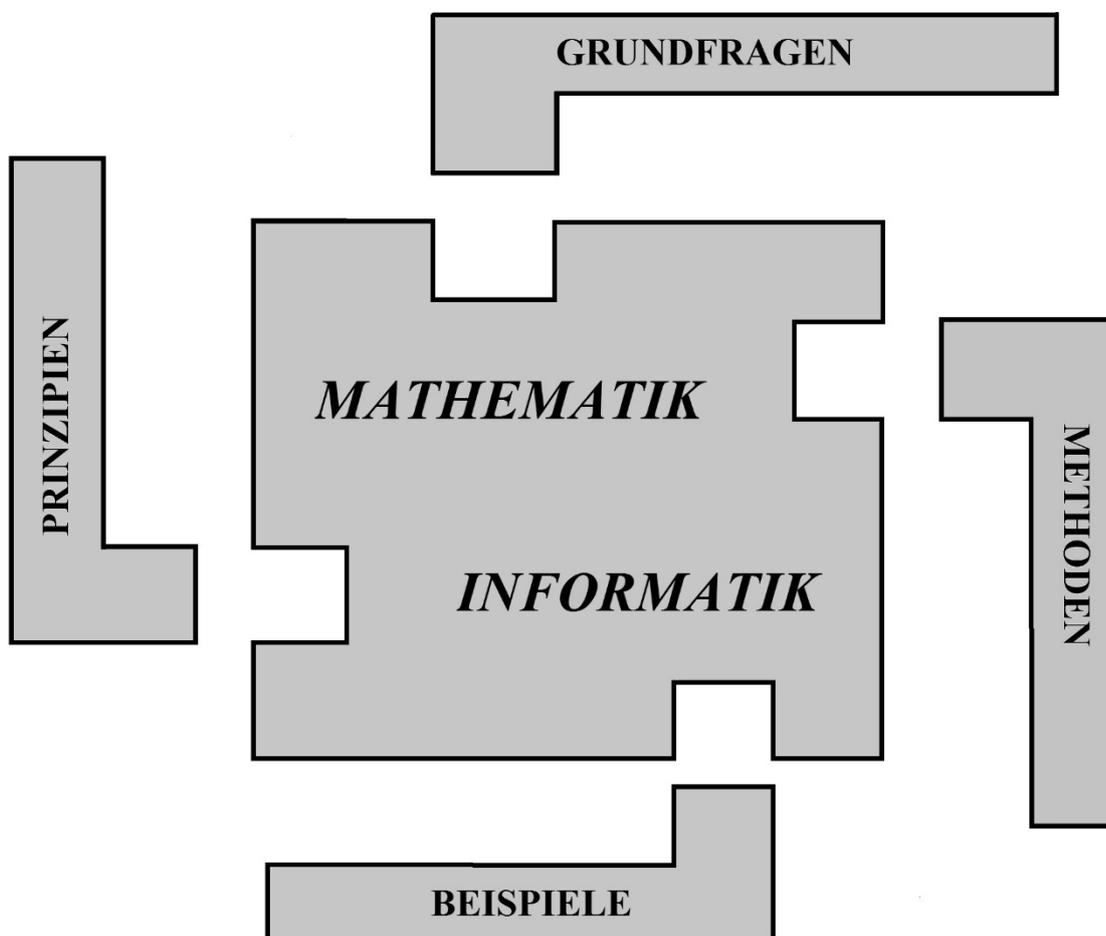


KARL JOSEF FUCHS & CLAUDIO LANDERER

**DIDAKTIK UND METHODIK  
DER  
MATHEMATIK UND INFORMATIK**



WTM  
Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien  
Münster

# **Skripte zur Mathematik und ihrer Didaktik**

Herausgegeben von  
Gilbert Greefrath und Martin Stein

**Band 6**

KARL JOSEF FUCHS & CLAUDIO LANDERER

## **DIDAKTIK UND METHODIK DER MATHEMATIK UND INFORMATIK**

WTM  
Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien  
Münster

## **Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese  
Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte Informationen sind im Internet über  
<http://dnb.de> abrufbar

Druck durch:  
winterwork  
04451 Borsdorf  
<http://www.winterwork.de/>

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne  
schriftliche Einwilligung des Verlags in irgendeiner Form  
reproduziert oder unter Verwendung elektronischer  
Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet  
werden.

© WTM – Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien  
Ferdinand-Freiligrath-Str. 26, Münster 2021  
E-Book  
ISBN 978-3-95987-198-3  
<https://doi.org/10.37626/GA9783959871983.0>

## Vorwort

Das Buch basiert auf den Lehrveranstaltungen *Einführung in die Mathematik-Didaktik I, II, Methodik des Mathematikunterrichts, Didaktik und Methodik der Informatik I, II, Einführung in die Didaktik der Informatik* und *Methoden des Informatikunterrichts* an der Paris Lodron-Universität Salzburg sowie der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck. Die Lehrveranstaltungen, die an den genannten Bildungseinrichtungen von den Autoren abgehalten wurden und werden, sind Pflichtveranstaltungen für Studierende im Lehramt für Höhere Schulen bzw. in den Sekundarstufen I und II.

Mit dem Buch wenden wir uns an Lehrende und Studierende in der Ausbildung für das Lehramt an Höheren Schulen sowie an Lehrende in der Fort- und Weiterbildung an Universitäten und Pädagogischen Hochschulen. Aber auch für Mathematik- und Informatiklehrer(inne)n liefert das Buch zahlreiche Informationen, Anregungen und Beispiele für den praktischen Unterricht.

Wir sind uns bewusst, dass eine scharfe Trennung der Didaktik und Methodik der Mathematik bzw. Informatik nicht möglich und wohl – wenn wir auf die Entwicklung der beiden Disziplinen blicken – nicht wünschenswert ist. Demgemäß haben wir die Darstellungen der einzelnen Themen in diesem Buch (Grundfragen, Fachdidaktische Prinzipien, Methoden, Prototypische Beispiele) auf der Basis jeweils eigenständiger Disziplinen entwickelt.

Wir wünschen viel Spaß und zahlreiche Anregungen beim Durcharbeiten des Buchs.

Karl Josef Fuchs & Claudio Landerer

Salzburg & Imst, Juni 2021



# Inhaltsverzeichnis

1. GRUNDFRAGEN DER DIDAKTIK DER MATHEMATIK UND INFORMATIK .....	5
1.1 <i>Die historische Genese der Strukturmodelle</i> .....	5
1.2 <i>Kompetenzen</i> .....	9
1.2.1 ... <i>in der Mathematik</i> .....	9
1.2.2 ... <i>in der Informatik</i> .....	14
1.3 <i>Digitale Grundbildung</i> .....	28
1.4 <i>Zur Bewertung von Fähigkeiten: Taxonomien</i> .....	36
1.5 <i>Abgeleitete Fragestellungen</i> .....	43
2. FACHDIDAKTISCHE PRINZIPIEN.....	49
2.1 <i>Fundamentale Ideen (FIn)</i> .....	49
2.1.1 ... <i>in der Mathematik</i> .....	49
2.1.2 ... <i>in der Informatik</i> .....	59
2.2 <i>Das Genetische Prinzip</i> .....	70
2.2.1 ... <i>in der Mathematik</i> .....	70
2.2.2 ... <i>in der Informatik</i> .....	71
2.3 <i>Prinzip multipler Repräsentation, Operatives Prinzip, Exemplarisches Prinzip</i> .....	74
2.3.1 ... <i>in der Mathematik</i> .....	74
2.3.2 ... <i>in der Informatik</i> .....	81
3. METHODEN .....	107
3.1 <i>Mathematikunterricht</i> .....	111
3.1.1 <i>Fundamentale Ideen als Ordnungsprinzip</i> .....	111
3.1.2 <i>Genetische Methode</i> .....	113
3.1.3 <i>Unterrichten nach dem Spiralprinzip</i> .....	114
3.1.4 <i>Entdeckender Unterricht/Exploratives Lernen</i> ..	117
3.1.5 <i>Problembasiertes Lernen (PBL) und Cognitive Apprenticeship (CA)</i> .....	120
3.1.6 <i>Handlungsorientierter Unterricht (HOU)</i> .....	125

3.1.7	<i>Anwendungsorientierter Unterricht (AOU)</i> .....	127
3.1.8	<i>Fächerübergreifender Unterricht (FÜU)</i> .....	131
3.2	<i>Informatikunterricht mit FUSION</i> .....	134
3.2.1	<i>Einleitung</i> .....	134
3.2.2	<i>Vorbereitende Überlegungen</i> .....	138
3.2.3	<i>FUSION K-Phase</i> .....	154
3.2.4	<i>FUSION L1-Phase</i> .....	157
3.2.5	<i>FUSION L2-Phase</i> .....	169
3.2.6	<i>FUSION A1-Phase</i> .....	178
3.2.7	<i>FUSION A2-Phase</i> .....	190
3.2.8	<i>FUSION A3-Phase</i> .....	191
3.2.9	<i>FUSION R-Phase</i> .....	191
3.2.10	<i>FUSION (!)-Phase</i> .....	192
4.	<b>PROTOTYPISCHE BEISPIELE</b> .....	193
4.1	<i>... aus der Mathematik</i> .....	193
4.2	<i>... aus der Informatik</i> .....	201
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	227

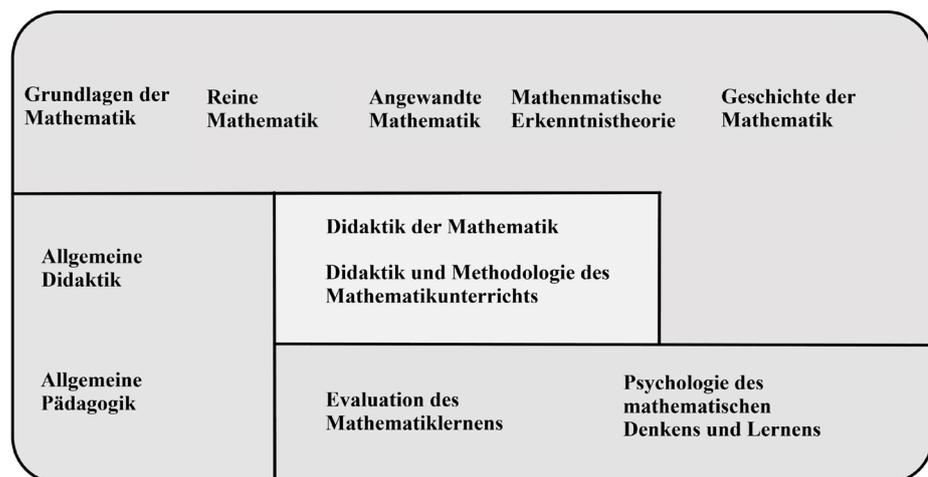
# 1. GRUNDFRAGEN DER DIDAKTIK DER MATHEMATIK UND INFORMATIK

## 1.1 Die historische Genese der Strukturmodelle

Erich Wittmann beschreibt in der Einführung seiner „Grundfragen des Mathematikunterrichts“ (1974, 1. Auflage) in Anlehnung an Heinz Griesel (1973) die Didaktik der Mathematik wie folgt:

Didaktik der Mathematik ist die Wissenschaft von der Entwicklung praktikabler Kurse für Mathematiklernen, sowie der praktischen Durchführung und empirischen Überprüfung der Kurse einschließlich der Überlegungen zur Zielsetzung der Kurse und der Stoffauswahl. (Wittmann, 1974, S. 1)

Bereits 1969 sahen Burt Kaufman und Hans-Georg Steiner die Didaktik der Mathematik (1969, S. 317) nach Wittmann als *Grenzdisziplin* im Zentrum dreier sie umgebender Felder verortet:



**Abb. 1.1.1:** Didaktik der Mathematik (Wittmann, 1974)

Gegen Ende der 80er Jahre und Beginn der 90er Jahre gewann der Einsatz des Computers im Mathematikunterricht an Bedeutung. Einer der zentralen Fragestellungen der Methodik und Didaktik nach der geeigneten Programmiersprache nahm sich die Didaktik der Mathematik an. Es erschienen Beiträge zu dieser Thematik von Peter Bender (1987) und daran anschließende Anmerkungen zu Benders Schrift von Jochen Ziegenbalg, Herbert Löthe (1987) und Karl Fuchs (1988) im Journal für Mathematik-Didaktik.

In den 90er Jahren kam es zur Emanzipation der Didaktik der Informatik von der Didaktik der Mathematik. Hans-Stefan Siller und Karl Josef Fuchs haben 2009 diesen Emanzipationsprozess einer Didaktik der Informatik als Disziplin zwischen Theorie und Praxis wie folgt dargestellt:

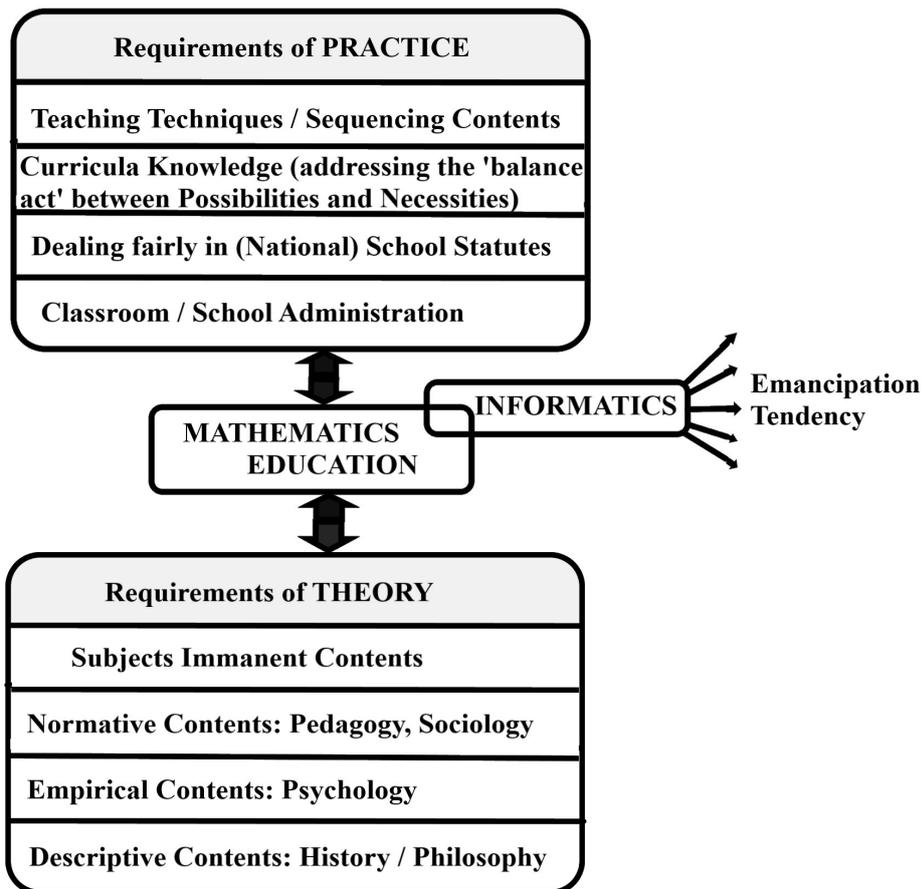


Abb. 1.1.2: Emanzipation der Didaktik der Informatik (Fuchs & Siller, 2009)

Begleitet wurde diese Emanzipation vom Entstehen einer eigenen Forschungs-Community. Die Publikationen waren im Wesentlichen stark an der Praxis orientierte, exemplarische Einzellösungen zur Gestaltung des Informatikunterrichts. Eine theoretische Fundierung fehlte zunächst weitestgehend.

Eine theoretische Fundierung der Didaktik der Informatik erfolgte 1993 durch Andreas Schwill mit seinem Beitrag ‚Fundamentale Ideen der Informatik‘, der bezeichnenderweise noch im Zentralblatt für Mathematikdidaktik erschien. Schwill orientiert sich bei der theoretischen Fundierung am fachdidaktischen Konzept der Fundamentalen Idee (vgl. Abschnitt 2.1.2)

Nach und nach entstanden Modelle einer Didaktik der Informatik. Die Frage nach der Grenzziehung zu den Didaktiken anderer formal- und naturwissenschaftlicher Disziplinen (vor allem zur Mathematik) stand/steht dabei im Mittelpunkt der Modellbeschreibungen.

Eine derartige Beschreibung eines Modells der Didaktik der Informatik ist jene von Karl Josef Fuchs, die er auf der ISSEP (= Informatics in Secondary Schools-Evolution and Perspectives) präsentierte.

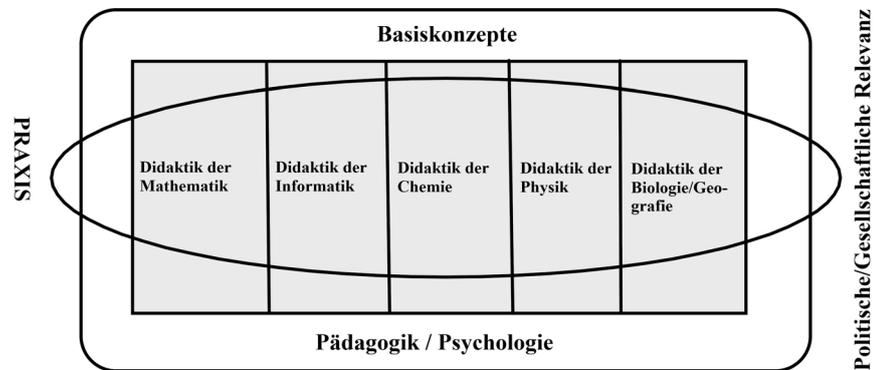


Abb. 1.1.3: Strukturmodell einer Didaktik der Informatik (Fuchs 2005a, S. 25; 2005b, S. 7)

Dieses Modell einer Didaktik der Informatik als Disziplin sieht sich (vergleichen wir mit Abbildung 1.1.2) sowohl der Praxis (PRACTICE) als auch der Theorie (BASIC CONCEPTS (of Computerscience), PEDAGOGICAL/PSYCHOLOGICAL PRINCIPLES) verpflichtet. Zudem sei angemerkt, dass das Modell in seinem Aufbau eine starke Verwandtschaft mit der eingangs präsentierte Struktur einer Didaktik der Mathematik als *Grenzdisziplin* besitzt.

Im Tagungsband „25 Jahre Schulinformatik in Österreich: Zukunft mit Herkunft“ beschreiben Dieter Engbring und Arno Pasternak die Didaktik der Informatik als Modell einer Informatik im Kontext (IniK). Sie wird als Beziehungsgeflecht dargestellt.

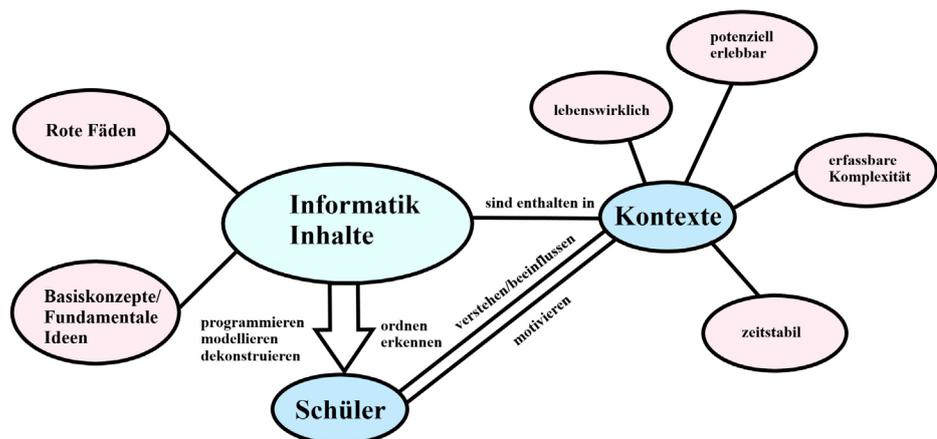
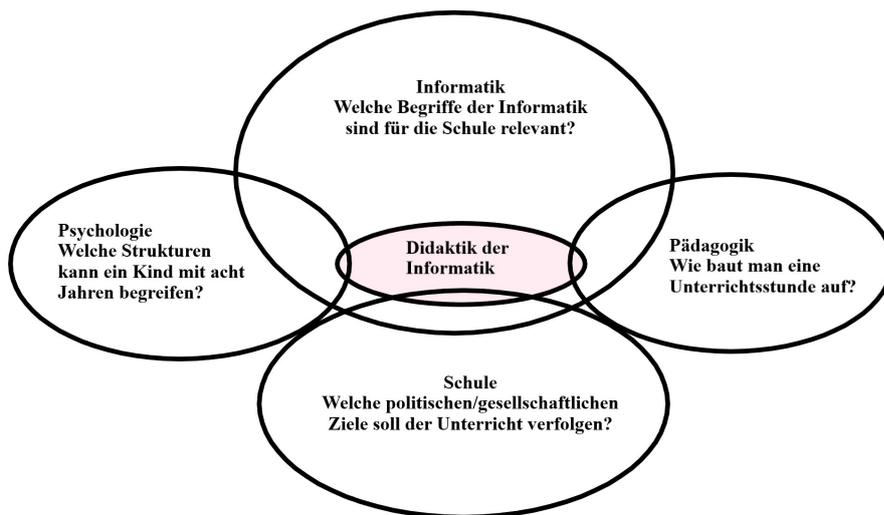


Abb. 1.1.4: Didaktik der Informatik als Beziehungsgeflecht (Engbring & Pasternak, 2010, S. 113)

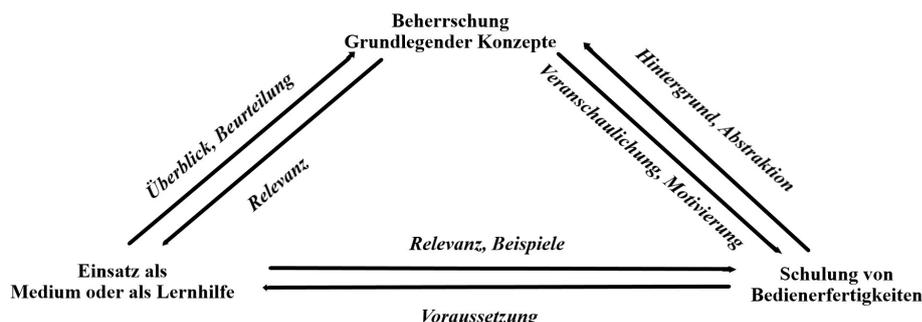
Für die Ausbildung im Lehramt Informatik und „... zur Orientierung des wissenschaftlichen Nachwuchses ... d.h. Studierende im Lehramt Informatik...“ wie Sigrid Schubert und Andreas Schwill im Vorwort zu ihrem Buch „Didaktik der Informatik“ (2004) treffend nennen, entstehen weitere Lehrwerke zur Didaktik der Informatik, darunter die Didaktik von Hubwieser (2007), Humbert (2006) und Modrow & Strecker (2016).

Im Lehrwerk von Schubert und Schwill werden wir obiges Konzept der Fundamentalen Ideen zur theoretischen Fundierung der Didaktik der Informatik, neben einem weiteren großen Bereich, der dem Problemlösen im Informatikunterricht sowie Fragen der Kompetenzentwicklung im Umgang mit Informatiksystemen gewidmet ist, wiederfinden. Beim Begriff Informatiksysteme (ISYS) handelt es sich um einen Begriff, den wir bereits seit Rüdiger Baumanns früher „Didaktik der Informatik“ (1996) kennen. Im Lehrbuch von Schubert und Schwill finden wir auch eine Darstellung der Didaktik der Informatik, die als Einbettung in die Wissenschaften und in die Praxis sehr an das ‚Einbettungsmodell‘ einer Didaktik der Mathematik von Wittmann erinnert.



**Abb. 1.1.5:** Didaktik der Informatik als ‚Einbettungsmodell‘ (Schubert & Schwill, 2004, S. 14)

Im Buch von Hubwieser finden wir im Theorieteil ein Konzept Informatischer Bildung repräsentiert als Dreieck:



**Abb. 1.1.6:** Konzept informatischer Bildung ‚Hubwiesersches Dreieck‘ (2007)

Zahlreiche Kapitel sind der fundamentalen Idee der Modellbildung und deren spezielle Betrachtung in der Informatik gewidmet. Diese Frage wird in Abschnitt 2.1 noch ausführlich diskutiert.

Das Buch von Ludger Humbert widmet sich neben einer historischen Analyse der Genese der Informatik als Fachwissenschaft sowie der Entwicklung des Schulfaches Informatik vor allem den Methoden des Informatikunterrichts einschließlich Planung und Durchführung von Unterricht sowie der Leistungsmessung.

Modrow und Strecker entwickeln ihren ideenorientierten Ansatz anhand von sechs fundamentalen Ideen der Schulinformatik, von denen sie Anwendungsgebiete, Fragestellungen, Verfahren, Erkenntnisse etc. der Fachdisziplin ableiten und diese dann in Form von zentralen thematischen Blöcken mit passenden Kompetenzbereichen, Kompetenzen und entsprechenden Unterrichtsbeispielen zu einem neuen didaktischen Ansatz ausbauen (vgl. dazu auch Abschnitt 2.1.2).

## 1.2 *Kompetenzen ...*

### 1.2.1 *... in der Mathematik*

Einen Paradigmenwechsel in den Zielen des Unterrichts löste 2001 Franz E. Weinert mit seiner Kompetenzdefinition aus, die den Schwerpunkt der Ziele des Unterrichts von der Frage „Was sollen die Schüler(innen) wissen?“ auf die Frage „Was sollen die Schüler(innen) können?“ verschiebt. Kompetenzen bezeichnen demnach ...

... die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften, damit die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll genutzt werden können .... (Weinert, 2001)

In der *Mathematik* entstanden in Österreich Kompetenzmodelle für die Schnittstellen M4 (Primarstufe-Sekundarstufe I), M8/M12 bzw. M13 (Sekundarstufe I-Sekundarstufe II mit abschließender standardisierter Reife- und Diplomprüfung (sRDP)). Gemeinsam ist allen Modellen die Aufspaltung der Kompetenzen in eine *Handlungs-* und *Inhaltsdimension*.

Während die Modelle M4 für die Primarstufe und M13 für die Berufsbildende Höhere Schule zweidimensional sind, besitzen M8 für die Sekundarstufe I an Mittelschulen und Allgemeinbildenden Höheren Schulen und M12 für die standardisierte Reifeprüfung in den Allgemeinbildenden Höheren Schulen eine zusätzliche dritte Dimension, *Komplexitätsdimension* genannt. Sie soll eine Bewertung hinsichtlich der zu be-

wältigenden Aufgabenschwierigkeit vornehmen. Eine kritische Anmerkung zur Einführung der *Komplexitätsdimension* geben Karl Fuchs und Christian Kraler in ihrem 2020 publizierten Beitrag zu den *Bildungsstandards* (BIST).

Modelle M4/M8/M12 (Allgemeinbildende Höhere Schule-AHS) M13 Berufsbildende Höhere Schule-BHS):

- *Inhaltsdimension*: Einzelne Items dieser Dimension nennen die spezifischen Themen, denen der jeweilige Lehrstoff zuzuordnen ist oder fassen die Lehrstoffe zu fundamentalen didaktischen Leitideen zusammen:
  - M4: *Arbeiten mit Zahlen, mit Operationen, mit Größen sowie mit Ebene und Raum.*
  - M8: *Zahlen und Maße, Variable, Funktionale Abhängigkeiten, Geometrische Figuren und Körper sowie Statistische Darstellung und Kenngrößen.*
  - M12: *Algebra und Geometrie, Funktionale Abhängigkeiten, Differential- und Integralrechnung sowie Wahrscheinlichkeit und Statistik.*
  - M13: *Zahlen und Maße, Algebra und Geometrie, Funktionale Zusammenhänge, Analysis sowie Stochastik.*
- *Handlungsdimension*: Einzelne Items formulieren die Handlungskompetenzen, die die Schüler(innen) durch den Unterricht erwerben sollen.
  - M4: *Modellieren, Operieren, Kommunizieren sowie Problemlösen.*
  - M8/M12: *Darstellen, Modellbilden; Rechnen, Operieren; Interpretieren; Argumentieren, Begründen.*
  - M13: *Modellieren und Transferieren; Operieren und Technologieeinsatz; Interpretieren und Dokumentieren; Argumentieren und Kommunizieren.*
- *Komplexitätsdimension* in M8 und M12: *Einsetzen von Grundkenntnissen und Grundfertigkeiten, Herstellen von Verbindungen sowie Einsetzen von Reflexionswissen, Reflektieren.*

(Fuchs (2013) bzw. Website des BIFIE<sup>1</sup>)

Eine Sammlung von Aufgaben basierend auf M4, M8, M12 bzw. M13 werden in den Aufgabenpools, den Übungsaufgaben zur Vorbereitung auf die standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung (sRDP) aus Mathematik für die AHS für die Sekundarstufe II sowie den Angabe- und Korrekturheften der sRDP Angewandte Mathematik an BHS für die Lehrer(innen) bereitgestellt.

---

<sup>1</sup> [https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2017/06/Deskriptoren\\_BiSt\\_M4.pdf](https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2017/06/Deskriptoren_BiSt_M4.pdf) sowie <https://www.matura.gv.at/srdp/standardisierte-schriftliche-pruefungsgebiete> (Aufruf: 25.5.2021)

Nachfolgend führen wir einzelne prototypische Aufgaben aus dem Beitrag zu den Bildungsstandards (2020) von Fuchs und Kraler an.

### Aufgabe Straßenbau

Die Aufgabe *Straßenbau* aus dem Aufgabenpool Mathematik Sekundarstufe I eignet sich zum Unterrichtseinsatz ab Ende der 6. Schulstufe und für Schüler(innen) aller Leistungsniveaus.

#### Aufgabenstellung

Ein Straßenstück soll gebaut werden. Erste Berechnungen für vier Bagger ergeben, dass die Fertigstellung dann 24 Tage dauern wird.

Nun können aber statt der vier Bagger sogar acht Bagger eingesetzt werden.

Wenn man wissen will, wie lange die Fertigstellung nun dauern wird, wie kann man da überlegen?

Kreuze an, welche der folgenden Überlegungen korrekt sind und welche nicht.

		korrekt	nicht korrekt
A	Doppelt so viele Bagger arbeiten doppelt so viel und doppelt so lange, also 48 Tage.		
B	Jeder zusätzliche Bagger bringt gleich viele Tage Ersparnis, nämlich 4 Tage.  Also dauert die Arbeit für vier zusätzliche Bagger 24 minus 4 mal 4 Tage, also 8 Tage.		
C	Jeder Bagger arbeitet etwa gleich viel. Doppelt so viele Bagger brauchen nur etwa halb so viel Zeit für dieselbe Arbeit. Wenn eine ungefähre Abschätzung reicht, etwa 12 Tage.		

## Klassifikation

- Wesentliche Bereiche der Handlungsdimension: H1 - Darstellen, Modellbilden
- Wesentliche Bereiche der Inhaltsdimension: I2 - Variable, Funktionale Abhängigkeiten
- Wesentliche Bereiche der Komplexitätsdimension: K3 - Einsetzen von Reflexionswissen, Reflektieren

## Kommentar zu den angesprochenen Kompetenzen: H1-I2-K3

**H1:** Aus den Formulierungen der Schüler(innen) sind die unterschiedlichen Modellbildungen, die ihren Überlegungen zu Grunde liegen, zu erkennen und deren Eignung bzw. Nicht-Eignung in diesem Kontext zu bewerten.

**I2:** Einer Überlegung liegt eine Modellbildung mittels linearer Funktion zugrunde, zwei Überlegungen bedienen sich in der Modellbildung der direkten bzw. indirekten Proportionalität.

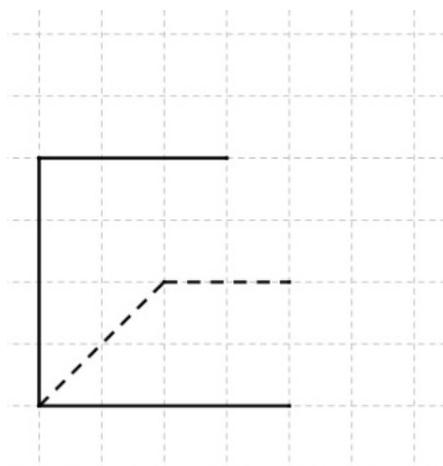
**K3:** Die Aufgabe verlangt Nachdenken über unterschiedliche Modellannahmen, Vergleichen von Alternativen bezüglich ihrer Angemessenheit im Kontext und auch Mitbedenken der unterschiedlichen Entscheidungen, zu denen die Modellbildungen führen.

## Aufgabe Schrägriss 2

Die Aufgabe *Schrägriss2* aus dem Aufgabenpool Mathematik Sekundarstufe I eignet sich zum Unterrichtseinsatz ab Ende der 5. Schulstufe und für Schüler(innen) aller Leistungsniveaus.

## Aufgabenstellung

Die Abbildung zeigt den unvollständigen Schrägriss eines Würfels.



Vervollständige die Figur richtig. Verwende dein Lineal oder Geodreieck.

### *Klassifikation*

- Wesentliche Bereiche der Handlungsdimension: H2 - Rechnen, Operieren
- Wesentliche Bereiche der Inhaltsdimension: I3 - Geometrische Figuren und Körper
- Wesentliche Bereiche der Komplexitätsdimension: K1 - Einsetzen von Grundkenntnissen und Grundfertigkeiten

Für die Handlungskompetenz *Technologieeinsatz* führen wir die *Die Genussformel* aus den Angabe- und Korrekturheften zur sRDP Angewandte Mathematik an.

### **Die Genussformel**

Aufgabennummer: A\_263

Technologieeinsatz: möglich  erforderlich

Der Physiker Werner Gruber erklärt in seinem Buch *Die Genussformel* (Salzburg: Ecowin, 2008) die kleinen chemischen und physikalischen Tricks der großen Köchinnen und Köche. Dabei werden auch mathematische Zusammenhänge betrachtet.

a) In der *Genussformel* betrachtet Gruber den Genuss beim Essen als messbare Größe mit Werten von 0 (kein Genuss) bis 1 (maximaler Genuss). Für die Abhängigkeit des Genusses von der Anzahl der Geschmacksrichtungen auf einem Teller gibt Gruber folgende Funktion  $G$  an:

$$G(n) = e^{-\frac{(n-3)^2}{0,2746}}$$

$n$  ... Anzahl der unterschiedlichen Geschmacksrichtungen auf dem Teller

$G(n)$  ... Genuss bei  $n$  unterschiedlichen Geschmacksrichtungen auf dem Teller

- Ermitteln Sie diejenige Anzahl an unterschiedlichen Geschmackrichtungen, bei der man laut Gruber den maximalen Genuss hat.

b) Für die optimale Bratdauer einer Gans gibt Gruber folgende Werte an:

Masse der Gans in Kilogramm	Bratdauer in Minuten
2,0	104
3,0	136
3,8	159

- Ermitteln Sie mithilfe des Differenzenquotienten, dass zwischen Masse und Bratdauer kein exakter linearer Zusammenhang vorliegt.

### 1.2.2 ... in der Informatik

Es besteht mittlerweile gesellschaftlicher Konsens darüber, dass informatische Kompetenzen zu den Schlüsselkompetenzen mündiger Bürger gehören müssen und hohen allgemeinbildenden Wert aufweisen. Wirtschaft, Arbeitswelt, Staat, Wissenschaft, Verkehr, Freizeit, Hobbies, Sport, Familie – alle unsere Lebensbereiche sind seit vielen Jahren stark mit Technologien unserer Disziplin durchsetzt. Oft nicht einmal mehr wahrnehmbar, prägen sie unser tägliches Leben.

Hubwieser bringt eine entsprechende Forderung dazu wie folgt auf den Punkt:

Ihr allgemeiner Bildungsauftrag verpflichtet die Schulen angesichts des Einflusses moderner IT-Systeme auf unsere Gesellschaft zu einer angemessenen Informatikausbildung für alle Schülerinnen und Schüler. (Hubwieser, 2001)

Allgemeinbildender Unterricht hat nach Hans Bussmann und Hans-Werner Heymann (Bussmann & Heymann, 1987) folgende Aufgaben:

- Vorbereitung auf zukünftige Lebenssituationen,
  - die zur Bewältigung realer und auf absehbare Zeit in unserer Gesellschaft verbreiteter Lebenssituationen beitragen,
  - die nicht auf die Ausübung eines bestimmten Berufes hin ausgerichtet sind,
  - von denen anzunehmen ist, dass sie nicht gleichsam automatisch, nebenher von jedem Heranwachsenden erworben werden und
  - die durch eine gewisse Universalität, also Anwendbarkeit in sehr verschiedenen Situationen gekennzeichnet sind.
- Stiftung kultureller Kohärenz (Chancengleichheit)
- Aufbau eines adäquaten Weltbildes
- Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch
- Entfaltung eines verantwortlichen Umgangs mit den erworbenen Kompetenzen
- Stärkung des Schüler-Ichs

Allgemeinbildender Informatikunterricht vermittelt also Qualifikationen, die zur Bewältigung zukünftiger Lebenssituationen beitragen und sonst nicht erlernt werden können. Er schafft die Voraussetzung zur Übernahme tradierter Kulturgüter, um eine entsprechende Teilhabe an der Gesellschaft zu ermöglichen und er fördert den Aufbau eines adäquaten Weltbildes einer von Informationstechnologien geprägten Welt (Stichwort „Wirkprinzipien“). Informatikunterricht regt zum kritischen Denken und zur Reflexion an. Es geht darum, die Allgegenwart informatischer Technologien zu illustrieren, deren Einsatzmöglichkeiten zu erkennen und diese Einsatzmöglichkeiten zu hinterfragen. Auch die Frage nach dem vernünftigen und verantwortungsvollen Einsatz wird aufgegriffen. Schließlich fördert Informatikunterricht das Selbstbewusstsein im Umgang mit den Technologien und eröffnet damit neue Perspektiven und Möglichkeiten. (vgl. dazu auch Hubwieser, 2007, S. 62 - 64).

Andreas Schwill und Sigrid Schubert argumentieren diesbezüglich, dass die geistigen und praktischen Techniken der Informatik auch auf andere Disziplinen großen Einfluss haben und dass unsere Disziplin die Menschheit auf vielen Ebenen weiterbringt und auch zukünftig weiterbringen kann. Außerdem ginge es um die Entmystifizierung des „allmächtigen“ Computers. Sie argumentieren, dass der Einsatz informatischer Technologien als „Machtinstrumente“ kritisch bewertet und auch kontrolliert werden muss. (Schubert & Schwill, 2004, S. 26-27)

Der gesellschaftliche bzw. politische Konsens über die zentrale Stellung von Informations- und Kommunikationstechnologien für alle unsere Lebensbereiche und der daraus resultierende allgemeinbildende Wert führte und führt in verschiedenen Ländern zur Forderung nach der Einführung von entsprechenden Unterrichtsfächern, zur Anpassung der Lehreraus-, -weiter und -fortbildung sowie zur Notwendigkeit der Aufstockung bzw. Umschichtung von Ressourcen (etwa bezüglich Informatik-Lehrer(innen)stunden, IT-Ausstattung oder IT-Kustodiaten).

Eine wesentliche Voraussetzung für die Einführung eines neuen Faches ist die Klärung der fachdidaktischen Frage *„Was soll in diesem Fach thematisiert werden?“*, *„Welche Inhalte werden als zentral angesehen bzw. welche Kompetenzen sollen dementsprechend eine Rolle spielen?“* Die Bemühungen diesbezüglich reichen in Europa von EU-Ebene (siehe etwa das European Digital Competence Framework <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp>) bis hinunter auf die Einflussosphäre der für die Bildungspolitik in den jeweiligen Staaten zuständigen Verwaltungseinheiten. So wurden von der fachdidaktischen Community in Österreich oder Deutschland Bildungsstandards im Bereich der digitalen Grundbildung definiert und es wurden (auch darauf aufbauend) kompetenzorientierte Lehrpläne für neu eingeführte Fächer entwickelt.

Kompetenzorientierung war diesbezüglich (nicht nur) in der österreichischen Bildungslandschaft das Schlagwort der letzten Jahre. So wurden auch unter Mitwirkung der Autoren (siehe z. B. Fuchs & Landerer, 2005, Gesellschaft für Didaktik der Informatik (GI), 2008, Bundesministerium für Bildung Österreich, 2018 und 2020)) kompetenzorientierte Bildungsstandards, Unterrichtsbeispiele, Lehrpläne, Lernmaterialien sowie Lernwerkzeuge entwickelt. Es kam zu einer Anpassung der Verordnungen für diverse Abschlussprüfungen und auch die Arbeit an einer neuen kompetenzorientierten Leistungsbeurteilungsverordnung hat begonnen.

Die bereits erwähnte Kompetenzdefinition von Weinert (vgl. dazu Abschnitt 1.2.1) bildete zunächst den Ausgangspunkt für die Arbeit in Österreich. In (Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 2012, S. 10) wird festgestellt, dass Kompetenzentwicklung im Sinne von Weinert das oberste Ziel jeder Instruktion sein muss. Faktenwissen bzw. Fertigkeiten sind Mittel zum Zweck und kein Selbstzweck.

Zur Kategorisierung und Präzisierung werden wiederum mit Blick auf Weinert folgende Kompetenzarten unterschieden, die sich in den entwickelten Standards, Lehrplänen und Unterrichtsbeispielen (vgl. Kapitel 4) in Österreich wiederfinden:

- Fachkompetenzen (Kenntnisse über Fakten und Theorien)
- Methodenkompetenzen (Umsetzung des Gelernten und die Anwendung von effizienten Arbeitstechniken, vgl. Kapitel 3)
- soziale Kompetenzen (Fähigkeiten der Kooperation sowie der Interaktion mit anderen)
- personale Kompetenzen (Metakognition zur bewussten Steuerung des eigenen Handelns, Selbstmotivierung, Selbstkontrolle)
- kommunikative Kompetenzen (sprachliche Ausdrucksfähigkeit, Dialogfähigkeit, nonverbale Fähigkeiten und Fertigkeiten der Kommunikation)
- emotionale Kompetenzen (eigenen Gefühle verstehen, anderen zuhören, Empathie)

Die Frage, die sich für die Informatik-Fachdidaktik stellt, ist nun, was wir unter informatischen Kompetenzen überhaupt verstehen sollen? Im März 2016 wurde von der Gesellschaft für Informatik in Deutschland die Dagstuhl-Erklärung verfasst (Gesellschaft für Didaktik der Informatik, 2016b). Die Forderungen aus diesem Papier betreffen die Verankerung der digitalen Bildung als eigenes Fach, als fachübergreifende Thematik in allen Fächern, als kontinuierlichen Prozess im Sinne eines Spiralcurriculums (vgl. Abschnitt 3.1.3) und als Teil der Lehrer(innen)bildung.

Digitale Bildung wird dort als Bildung in einer digital vernetzten Welt verstanden, die folgende Perspektiven aufweisen muss:

- *Technologische Perspektive:* Wie funktioniert das? Wirkprinzipien, Gestaltungsmöglichkeiten, zentrale Konzepte und Prozesse, grundlegende Lösungsstrategien, technologische Grundlagen als Voraussetzung für die aktive Mitgestaltung
  - *Gesellschaftliche-Kulturelle Perspektive:* Wie wirkt das? Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und Gesellschaft, Interpretation von Information, digitale Kultur und Kultivierung
  - *Anwendungsbezogene Perspektive:* Wie nutze ich das? Auswahl von Werkzeugen, effektive und effiziente Nutzung, Umsetzung eigener Vorhaben
- (Gesellschaft für Didaktik der Informatik, 2016b, S. 3)

Mit dem Schuljahr 2018/2019 wurde in Österreich das Schulfach „Digitale Grundbildung“ für die Sekundarstufe I (Bundesministerium für Bildung Österreich, 2018b) als verbindliche Übung eingeführt. Das ist ein (wenn auch etwas spät, aber doch erreichter) bildungspolitischer Meilenstein. Erstmals in der Geschichte des österreichischen Schulsystems erhalten damit alle Schüler(innen) der Sekundarstufe I verpflichtend und flächendeckend Unterricht in diesem Bereich.

Die Umsetzung an den Schulstandorten erfolgt mit mindestens zwei Jahreswochenstunden mit der Möglichkeit bis zu zwei weiteren Jahreswochenstunden vertiefend anzubieten. Teilweise werden die Kompetenzen fächerintegrativ vermittelt, teilweise wurden an den Standorten schulautonom eigene Fächer eingeführt. Die eEducation-Initiative des Bildungsministeriums unterstützt Lehrpersonen bzw. Standorte bei der Umsetzung der Lehrplaninhalte über die Bereitstellung von Materialien, die direkt über die jeweiligen Deskriptoren erreichbar sind.

Das österreichische Verständnis von digitalen Basiskompetenzen zeigt sich in diesem Lehrplan besonders gut und kann – wie in Deutschland und auch mit starken Bezügen zu Ergebnissen in Deutschland, an denen auch österreichische Fachdidaktiker mitgewirkt haben – als Kulminationspunkt eines jahrelangen Aushandlungsprozesses gesehen werden. Digitale Grundbildung betrifft demnach (vgl. auch Abschnitt 1.3):

- Gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung
- Informations-, Daten- und Medienkompetenz
- Betriebssysteme und Standard-Anwendungen
- Mediengestaltung
- Digitale Kommunikation und Social Media
- Technische Problemlösung
- Computational Thinking

Im Lehrplan wird zwischen Kernmodul (Mindeststundenausmaß) und Vertiefungslehrstoff 1 (+1 Wochenstunde) bzw. Vertiefungslehrstoff 2 (+1 weitere Wochenstunde) unterschieden. Zur Veranschaulichung werden die Bereiche „Technische Problemlösung“ und „Computational Thinking“ auszugsweise dargestellt, die die eher informatische Sichtweise auf das Konstrukt „Digitale Grundbildung“ repräsentieren.

### **Technische Problemlösung**

Technische Bedürfnisse und entsprechende Möglichkeiten identifizieren: Schülerinnen und Schüler

- kennen die Bestandteile und Funktionsweise eines Computers und eines Netzwerks,
- kennen gängige proprietäre und offene Anwendungsprogramme und zugehörige Dateitypen.

Digitale Geräte nutzen: Schülerinnen und Schüler

- schließen die wichtigsten Komponenten eines Computers richtig zusammen und identifizieren Verbindungsfehler,
- verbinden digitale Geräte mit einem Netzwerk und tauschen Daten zwischen verschiedenen elektronischen Geräten aus.

Technische Probleme lösen: Schülerinnen und Schüler

- erkennen technische Probleme in der Nutzung von digitalen Geräten und melden eine konkrete Beschreibung des Fehlers an die richtigen Stellen.

### **Computational Thinking**

Mit Algorithmen arbeiten: Schülerinnen und Schüler

- nennen und beschreiben Abläufe aus dem Alltag,
- verwenden, erstellen und reflektieren Codierungen (z.B. Geheimschrift, QR-Code),
- vollziehen eindeutige Handlungsanleitungen (Algorithmen) nach und führen diese aus,
- formulieren eindeutige Handlungsanleitungen (Algorithmen) verbal und schriftlich.

Kreative Nutzung von Programmiersprachen: Schülerinnen und Schüler

- erstellen einfache Programme oder Webanwendungen mit geeigneten Tools, um ein bestimmtes Problem zu lösen oder eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen,
- kennen unterschiedliche Programmiersprachen und Produktionsabläufe.

### **Vertiefung 1**

#### **Technische Problemlösung**

Technische Bedürfnisse und entsprechende Möglichkeiten identifizieren: Schülerinnen und Schüler

- formulieren Bedürfnisse für den Einsatz digitaler Geräte,
- bewerten mögliche technologische Lösungen und wählen eine passende aus, auch unter Berücksichtigung proprietärer und freier Software.

Digitale Geräte nutzen: Schülerinnen und Schüler

- nutzen unterschiedliche digitale Geräte entsprechend ihrer Einsatzmöglichkeiten,
- nutzen verschiedene Arten von Speichermedien und Speichersystemen.

Technische Probleme lösen: Schülerinnen und Schüler

- nutzen Hilfesysteme bei der Problemlösung,
- führen Datensicherungen und -wiederherstellungen aus.

### **Computational Thinking**

Mit Algorithmen arbeiten: Schülerinnen und Schüler

- entdecken Gemeinsamkeiten und Regeln (Muster) in Handlungsanleitungen,
- erkennen die Bedeutung von Algorithmen in automatisierten digitalen Prozessen (z.B. automatisiertes Vorschlagen von potenziell interessanten Informationen)

Kreative Nutzung von Programmiersprachen: Schülerinnen und Schüler

- beherrschen grundlegende Programmierstrukturen (Verzweigung, Schleifen, Prozeduren)

## **Vertiefung 2**

### **Technische Problemlösung**

Technische Bedürfnisse und entsprechende Möglichkeiten identifizieren: Schülerinnen und Schüler

- passen digitale Umgebungen an die eigenen Bedürfnisse an und treffen persönliche Einstellungen (z.B. barrierefreie Einstellungen im Betriebssystem).

### **Computational Thinking**

Mit Algorithmen arbeiten: Schülerinnen und Schüler

- können intuitiv nutzbare Benutzeroberflächen und dahinterstehende technische Abläufe einschätzen.

Kreative Nutzung von Programmiersprachen: Schülerinnen und Schüler

- reflektieren die Grenzen und Möglichkeiten von Simulationen.

(Bundesministerium für Bildung Österreich, 2018b)

Im Kompetenzbereich „Technische Problemlösung“ geht es also um die Herstellung und den Betrieb einer computergestützten Umgebung, Möglichkeiten, die sich daraus (für Arbeit, Schule oder Freizeit) ergeben sowie um die Frage der Problembewältigung in diesem Zusammenhang. „Computational Thinking“ wird im Lehrplan verstanden als die Arbeit mit Algorithmen (Codierung, Automatisierung, Handlungsanleitungen, Abläufe, Muster) und als Anwendung einer einfachen Programmiersprache zur Implementierung von Algorithmen bzw. allgemein zur Lösung von Problemen (Webanwendungen, einfache Programme, Kontrollstrukturen, Grenzen, Simulationen).

Der Lehrplan ist kompetenzorientiert formuliert. Es gibt Kompetenzbereiche und operationalisierte Lernzieldefinitionen in Form von Kompetenzdefinitionen (Deskriptoren). Dieser Lehrplan basiert im Wesentlichen auf dem Bildungsstandard digi.komp 8 (<https://digikomp.at> Aufruf: 25.05.2021).

Mit dem Verständnis von Kompetenzen nach Weinert im Fokus wurden in Österreich Bildungsstandards für die verschiedensten Fächer definiert. Diese Bildungsstandards erfüllen folgende Funktionen:

Im Rahmen ihrer *Evaluations- und Überprüfungsfunktion* schaffen Bildungsstandards die Möglichkeit, mittels standardisierter Testverfahren objektiv zu bewerten, inwieweit die in den Standards festgelegten Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern erreicht wurden, und diese Erkenntnisse zum Zweck der Qualitätsentwicklung an den Schulen mit den angestrebten Lernergebnissen zu vergleichen.

Im Rahmen ihrer *Orientierungsfunktion* ermöglichen Bildungsstandards eine nachhaltige Ziel- und Ergebnisorientierung bei der Planung und Durchführung von Unterricht.

Die *Förderfunktion* soll durch konkrete Vergleichsmaßstäbe die bestmögliche Diagnostik als Grundlage für die Förderung einzelner Schüler(innen) sicherstellen.

Die damit einhergehende *Entwicklungsfunktion* schafft die Grundlage für einen kompetenz- und schülerorientierten Unterricht.

(BIFIE – Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens)

Im Informatikbereich gibt es in Österreich mit digi.komp 8, digi.komp 4 und digi.komp 12 (für das Wahlpflichtfach und das Pflichtfach Informatik der AHS Oberstufe/Sekundarstufe II) insgesamt drei allgemeinbildende Bildungsstandards für die jeweiligen Schulstufen wobei digi.komp 8 im neuen Lehrplan „Digitale Grundbildung“ aufgegangen ist (<https://digikomp.at>). Die Definition dieser Standards erfolgt über je-

weils ein Kompetenzmodell mit dazugehörigen Inhaltsbereichen, Handlungsdimensionen und Deskriptoren inklusive Unterrichtsbeispielen. Die Einführung der Bildungsstandards bzw. des Lehrplanes wurde mit einer breit angelegten Entwicklung und Bereitstellung von Unterrichtsmaterial sowie Maßnahmen in der Lehrerfort- und -weiterbildung unterstützt. Insbesondere das österreichische eEducation-Netzwerk nimmt hier eine zentrale Stellung ein. Die folgende Abbildung zeigt eine schematische Skizze eines Auszugs der Website des eEducation-Netzwerks (<https://education.at> Aufruf: 25.05.2021):

	Grundanforderungen/ Kernbereich	Vertiefung (1. Wochenstunde)	Vertiefung 2. Wochenstunde
Mit Algorithmen arbeiten	4 64	2 18	1 7
Kreative Nutzung von Programmiersprachen	2 45	1 11	1 6

**Abb. 1.2.2.1:** Werkzeug für die Bereitstellung von Unterrichtsmaterialien für die Kompetenzen aus dem Lehrplan „Digitale Grundbildung“ (Skizze nach <https://education.at>)

Abgebildet ist ein Werkzeug, das zu den Kompetenzdefinitionen aus den einzelnen Kompetenzbereichen digitale und frei verfügbare Unterrichtsmaterialien referenziert. So gibt es z. B. im konkreten Fall zu den vier Kompetenzdefinitionen aus dem Kompetenzbereich „Mit Algorithmen arbeiten“ 64 referenzierte Unterrichtsmaterialien.

Für die Bereitstellung der Materialien werden u. a. Content-Portale des Bundes genutzt, darunter die Eduthek (<https://eduthek.at/> Aufruf: 25.05.2021) oder auch eine Sammlung von kurzen, digital gestützten Unterrichtssequenzen Namens eTapas (<https://education.at/> Aufruf: 25.05.2021). Für den Bereich „Computational Thinking“ existiert etwa auch ein frei verfügbares Schulbuch (Open Educational Ressource unter CC-BY-Lizenz, <https://microbit.education.at> - Aufruf: 25.05.2021), das nicht zuletzt aufgrund seines projekt-, problem- und handlungsorientierten Zugangs besondere Erwähnung verdient. Das Buch ...

... ist kein reines Informatik- oder „Programmierlernbuch“, sondern eine Sammlung spannender, kreativer und praxisrelevanter Aufgabenstellungen, die Schülerinnen und Schüler darin unterstützen, ein Bewusstsein für alltägliche Problemstellungen zu entwickeln, zu deren Lösung sie selbst mit ihrem Mikrocomputer beitragen können. (Austro.Tec GmbH (2019), S. 4).

Mit den digi.checks (<https://digicheck.at/> Aufruf: 25.05.2021) existiert außerdem ein Instrumentarium zur Überprüfung dieser Standards.

Diese digi.check-Überprüfungen gibt es nicht nur für das allgemeinbildende sondern auch für das berufsbildende Schulwesen (digi.check-HAK, digi.checkHUM, digi.checkHTL, digi.checkHLFS). Grundlage bildeten hier jedoch nicht die Bildungsstandards aus digi.komp, sondern die Bildungsstandards für die informatischen Fächer in den verschiedenen berufsbildenden Ausbildungsrichtungen ([https://www. Bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/](https://www.Bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/)). So wurden im Bereich der Handelsakademien (HAK) z. B. die Bildungsstandards für das Fach Wirtschaftsinformatik und das Fach Officemanagement und Angewandte Informatik als Grundlage für die Kompetenzmessung digi.check HAK verwendet. Analog dazu gibt es ein Grundverständnis von informatischen Kernkompetenzen auch in den Höheren Technischen Lehranstalten (HTL), in den Humanberuflichen Schulen (HUM) oder den Höheren Land- und Forstwirtschaftlichen Schulen (HLFS) (oft unter dem Namen „Angewandte Informatik“). Prinzipiell ist die Frage nach den informatischen Kernkompetenzen im Bereich der Berufsbildung aufgrund der extremen Heterogenität der inhaltlichen Schwerpunktsetzungen (mit einer Intensität im Informatikbereich in allen möglichen Schattierungen) jedoch äußerst schwierig zu beantworten.

Im berufsbildenden Bereich verstehen sich diese Bildungsstandards als Regelstandards. Es geht um die Definition von Kernkompetenzen, die die Lernenden nach einer definierten Ausbildung erworben haben sollten. Sie sollen Lehrende durch die definierten Kompetenzmodelle und Beispiele bei der Umsetzung von Unterricht unterstützen und das Mindset für Kompetenzorientierung im Unterricht schärfen. (<https://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/>)

Natürlich gibt es im berufsbildenden Schulwesen in Österreich auch spezielle Ausbildungsformen für Informatik, darunter etwa *Höhere Technische Lehranstalten für Informatik* oder Handelsakademien mit entsprechenden informatischen Schwerpunktsetzungen, wie die *Handelsakademie für Wirtschaftsinformatik - Digital Business*. Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch das Kompetenzmodell der HTL für Informationstechnologie. Auf der Y-Achse ist die Inhaltsdimension aufgetragen (Fächer). Auf der X-Achse sind die jeweiligen Handlungsdimensionen (angelehnt an die Bloomsche Lernzieltaxonomie, vgl. Abschnitt 1.4) definiert. Die gefüllten Felder geben Deskriptoren (d.h. Kompetenzen in Form von Can-Do-statements) im Sinne von operationalisierten, kompetenzorientierten Lernzieldefinitionen an.