

Tutorenschulung Informatik

Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Jan Vahrenhold

Institut für Informatik
Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Wintersemester 2018/2019

Ausblick – I 2.2

Umgang mit Heterogenität:

- Heterogenität der Lernvoraussetzungen.
- Heterogenität der Bildungsziele.

Ansatzpunkte für Variationen:

- Medien.
- Typen von Aufgaben.
- Textsorten [Materialien].
- Lernorte.
- Sinnesmodalitäten, insbesondere Kopplung dieser.

Quelle: [Helmke, 2009, S. 262]

Dimensionen der Verarbeitung:

- Horizontale Verarbeitung.
 - Ausschöpfung mehrerer Sinneskanäle, Verknüpfung mit Alltagsphänomenen.
 - Ziel: Verankerung im Langzeitgedächtnis.
- Vertikale Verarbeitung.
 - Bildung von Assoziationen, Hierarchien, Begriffsnetzen.
 - Ziel: Erzeugen einer Verständnistiefe.

Verarbeitung kodierter Informationen:

- Mehrfache Repräsentation kann (muss aber nicht) hilfreich sein.

Ebenen der Verarbeitung:

- Hierarchie von Verarbeitungstiefen (u.a. [Craik und Lockhart, 1972]).
 - „Sensorische Register – Kurzzeitgedächtnis – Langzeitgedächtnis“

Quelle: [Helmke, 2009, Kap. 2.6.2]

Ausblick – II 2.3

Lernziele	Lernformen	Lehrmethoden
„Wohlforganisiertes, eng vernetztes System von flexibel nutzbaren Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen in einem bestimmten Sachgebiet“		
Intelligentes Wissen	systematischer, kumulativer Wissenserwerb	lehrergesteuerte direkte Instruktion
„[Wissen darüber,] wie man fehlende Expertise erwerben kann und welche Stärken und Schwächen [...] [man als Lernender oder Handelnder hat]. Wissen über das eigene Wissen und seine zweckmäßige Nutzung.“		
Metakompetenzen	reflexiv verarbeiteter Wissenserwerb über eigenes Lernen und Handeln automatisierte Routinen der Überwachung, Kontrolle und Korrektur eigenen Handelns	angeleitetes selbstständiges Lernen
Handlungskompetenzen	praxisnahes, erfahrungsgesättigtes, situiertes Lernen	Projektarbeit

Vorlage: [Weinert, 1999]

Lerntheorien – I 2.4

Lernpsychologie:

- Wissenschaft von der Untersuchung (menschlicher) Lernvorgänge.
 - Im Rahmen dieses Kapitels nur skizzenhaft angesprochen.
 - Beispielhaftes Lehrbuch: [Edelmann, 2000]
- In der Fachdidaktik:
 - Begründung für konkrete Unterrichtsgestaltung.
 - Notwendig: Kenntnis über Vielfalt und Anwendung von Methoden.

Übersicht:

- Behaviorismus.
- Kognitivismus.
- Konstruktivismus.

Behaviorismus [Watson, 1913]:

- Ansprüche und Ziele des Behaviorismus:
 - Erklärung beobachtbarer Phänomene.
 - Experimentelle Verifizierbarkeit psychologischer Erkenntnisse.
 - Vorhersage bedingter und unbedingter Reaktionen (Reiz-Reaktions-Schemata).

Psychology as the behaviorist views it is a purely objective experimental branch of natural science. Its theoretical goal is the prediction and control of behavior. [Watson, 1913]

Reiz-Reaktions-Schemata:

- Beobachtung: Organismen reagieren auf Stimuli.
- Konsequenz: Steuerung des Lernverhaltens durch wechselseitig eindeutig bestimmbare Stimuli möglich.

[...] certain stimuli lead the organisms to make the responses. In a system of psychology completely worked out, given the response the stimuli can be predicted; given the stimuli the response can be predicted. [Watson, 1913]

Lerntheorien – IV 2.7

Kognitivismus:

- Gegenströmung(en) zum Behaviorismus (1950–70)
- Heranziehen „innerer (Zwischen-) Vorgänge“ zur Erklärung (nicht: Vorhersage) von Verhaltensweisen.
- Lernprozesse (zitiert nach [Humbert, 2006]):
 - Assimilation:** Angleichung neuer Erfahrungen an vorhandene kognitive Strukturen bzw. verfügbare Schemata.
 - Akkomodation:** Modifikation vorhandener Schemata bzw. Entwicklung neuer Schemata

Praxisempfehlungen [Hubwieser, 2007]:

- Angabe von Zielen (und Sinnhaftigkeit) einer Unterrichtseinheit.
- Einordnung des Lernstoffes in Sinnzusammenhänge, idealerweise mit Angebot von Anknüpfungspunkten an bereits Gelerntes.

Lerntheorien – III 2.6

Verstärkungsmechanismen:

- Empirische Beobachtung: Bestrafung „weit weniger wirksam“ als Verstärkung [Hubwieser, 2007, S. 4].
- Verstärkungsmechanismen nach Thorndike bzw. Skinner:

	angenehmer Reiz	unangenehmer Reiz
hinzugefügt	positive Verstärkung	Bestrafung
entfernt	Bestrafung	negative Verstärkung

Praxisempfehlungen [Hubwieser, 2007]:

- Anwendung kontinuierlicher und differenzierter positiver Verstärkung.
- Vermeidung von Bestrafungen bzw. Angsterzeugungen.
- Schaffung angenehmer Lernumgebungen.

(Gemäßigter) Konstruktivismus:

- Lernen als Ergebnis einer vom Individuum konstruierten Welt.
 - Bezug zu individuellem Erfahrungs- und Wissenshintergrund („Kontext“).
- Lernen als Ergebnis (auch) selbstgesteuerter Tätigkeit.
 - Maß der Selbstorganisation und -tätigkeit variabel.

Praxisempfehlungen [Hubwieser, 2007]:

- Ermöglichung aktiver Auseinandersetzung mit dem Stoff.
- Angebot „wirklichkeitsnaher Lernumgebungen“.
- Förderung der selbstständigen Erschließens von Lösungsmethoden.
- Reaktion auf Bedürfnisse der Lernenden z.B. durch Angebot wechselnder Perspektiven.

Zusammenfassung:

	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Gehirn	black box	Computer	informationell geschlossenes System
Wissen wird...	./.	verarbeitet	konstruiert
Wissen ist...	„korrekte“ Eingabe-Ausgabe-Relation	adäquater interner Verarbeitungsprozess	mit einer Situation arbeiten zu können
Lernziele	richtige Antworten bzw. Handlungen	richtige Methoden zur Antwortfindung	komplexe Situationen bewältigen
Muster	Reiz-Reaktion	Problemlösung	Konstruktion
Lehrstrategie	Lob und Tadel	Beobachtung und Hilfe	Kooperation
Lehrperson	„Autorität“	Tutor	Coach
Feedback	extern vorgegeben	extern modelliert	intern modelliert

Quelle: [Humbert, 2006, S. 38]

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Fundamentale Ideen der Informatik | 2.10**Andreas Schwill**

Professor für Didaktik der Informatik
Institut für Informatik, Universität Potsdam.

**Fundamentale Ideen der Informatik [Schwill, 1993]:**

- Fachneutrale Leitlinien von Jerome Bruner [Bruner, 1960]
- Ausgestaltung für den Mathematikunterricht.
 - U.a.: [Fischer, 1976, Schreiber, 1979, Schreiber, 1983, Schweiger, 1982].
- Schwill: Synopse und Anwendung auf die Informatik.
- Anerkanntes Konzept zur Bewertung von Unterrichtsinhalten.
 - Ergänzung durch Modrow [Modrow, 2006].

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Transferleistungen | 2.12**Aufgabe des Lernens:**

- Vorbereitung auf das „spätere Leben“ (nach Schule bzw. Studium).
- Dabei notwendig: Transferleistungen.



Quelle: [Schwill, 1993, S. 20]

- Nicht-spezifische Transferleistungen:
 - Übertragung auf „Umweg“ über Metaebene („Idee“).
 - Ausbildung an allgemeinbildenden Schulen.
- Spezifische Transferleistungen:
 - Übertragung auf Situationen, die bereits bekannten ähnlich sind.
 - Beispiel: Kurzfristige Anwendung „handwerklicher“ Fähigkeiten.
 - Ausbildung v.a. in betrieblicher Fort- und Weiterbildung.

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Das Vertikalkriterium | 2.14

The reader will find the chapter devoted to this theme introduced by the proposition *that the foundations of any subject may be taught to anybody at any age in some form.*

[Bruner, 1960, S. 12]

Vertikalkriterium:

- Vermittelbarkeit auf jedem geistigen Niveau.
- Niveauabhängige Faktoren:
 - Niveau der Darstellung.
 - Grad der Detaillierung.
 - Grad der Formalisierung.



Quelle: [Schwill, 1993, S. 22]

- Folgerung (Roland Fischer, 1984):

„Was nicht prinzipiell einem Volksschüler vermittelt werden kann, kann keine fundamentale Idee sein.“
Zitiert nach [Schwill, 1993].

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Rückblick | 2.11

Die Schüler stehen ratlos vor einer Unmenge von Einzelheiten, die weder zu großen Ideen noch zu alltäglichem Denken eine Beziehung erkennen lassen.

Alfred N. Whitehead (1929), zitiert nach: [Schwill, 1993]

Jerome Bruner (1960): „The Process of Education“

- Orientierung des Unterrichts an fundamentalen Konzepten (Ideen) der zu Grunde liegenden Wissenschaft.
- Ziel: Sind fundamentale Konzepte bekannt, können neue Inhalte (als Varianten der Konzepte) einfacher erschlossen werden.

Ideenbegriff bei Platon:

- Immaterielle, ewige und unveränderliche Wesenheiten.
- Urbilder, nach denen Objekte der sichtbaren Welt geformt sind.

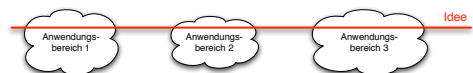
Literatur zu diesem Abschnitt: [Schwill, 1993], auch: [Schubert und Schwill, 2004, Kap. 3.2/3.3].

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Das Horizontalkriterium | 2.13**Horizontalkriterium:**

- Auftreten in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen.
- Fülle des Auftretens allein ist nicht ausreichend.
- Notwendig: Anwendbar in mehreren Variationen.



Quelle: [Schwill, 1993, S. 21]

Beispiel:

- „Addition“ erfüllt das Horizontalkriterium (Variation) nicht.
- „Umkehrbare Operationen“ erfüllt das Horizontalkriterium.

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Das Zeitkriterium | 2.15

Although high schools and universities can't avoid some training in skills essential in today's job market, the emphasis is clearly on education, and thus on long-term considerations. **How do we recognize ideas of long-lasting value among the crowd of fads?** The **“test of time”** is the most obvious selector. Other things being equal, ideas that have impressed our predecessors are more likely to continue our successors than our latest discoveries will.

[Nievergelt, 1990, S. 5]

Zeitkriterium:

- Längerfristig gültige Schemata einer Fachwissenschaft.
- Auffindbar durch Beobachtung der historischen Entwicklung fachwissenschaftlicher Begriffe und Strukturen.

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik

Sinnkriterium:

- Verankerung eines Schemas in der Lebenswelt.
- Beispiel:
 - „Umkehrfunktion“ ist nicht in der Lebenswelt verankert.
 - „Rückgängigmachen von Handlungen“ ist in der Lebenswelt verankert.

Zusammenfassung:

- Horizontal- und Vertikalkriterium führen zum Begriff der „Idee“.
- Zeit- und Sinnkriterium führen zur „Fundamentalität“.

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

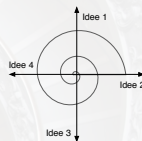
Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik



Vermittlung fundamentaler Ideen | 2.18

Spiralprinzip [Bruner, 1960]:

- Fortsetzbare Darstellung der Themen.
- Intuitives Erfassen und Gebrauchen von grundlegenden Ideen.
- Wiederholtes Zurückkommen auf die Grundbegriffe.



Beispiel zur Fortsetzbarkeit: Korrektheit von Programmen

- Halbformale Betrachtung (Plausibilitätsbetrachtung) der Termination von Schleifen.
- Syntaktische Korrektheit; Korrektheit für Einsatzbereich.
- Unterschied zwischen Verifikation und Testen.

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik



Beispiel: worst-case Analyse | 2.20

Fundamentalität der worst-case Analyse [Schwill, 1993]:

- **Horizontalkriterium:**
 - Verwendung bei Analyse von Zeit und Speicherplatz von Algorithmen; Verwendung bei Projekt-Zeitplänen; Verwendung zur Fehlerabschätzung numerischer oder stochastischer Verfahren.
- **Vertikalkriterium:**
 - Primarstufe: Fragen der Form „Wie lange brauche ich für den Schulweg im schlimmsten Fall (Glatteis, alle Ampeln rot,...)?“
 - Sekundarstufe I: Anschluss einer formalen Darstellung, etwa durch konkretes Beziehen von Eingabe auf Ausgabe und konkretes Bestimmen des für eine bestimmte Eingabegröße schlimmsten Falls.
 - Sekundarstufe II: Formale Definition der *worst-case* Laufzeit; Nachweis unterer Schranken.
- **Sinnkriterium:**
 - Risikoabschätzung bei Kreditaufnahme; Konzeption eines GAUs; Sicherheitsabstand zwischen Fahrzeugen.

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik



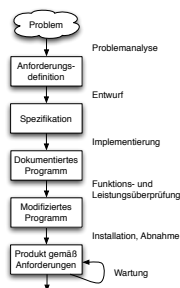
Motivation: Software Life Cycle | 2.22

Ausgangspunkt:

- Erforschung des „Softwareentwicklungsprozess im weitesten Sinne“ als zentrale Aufgaben der Informatik.
- Modell des *Software Life Cycle*.

Zentrale Ideen:

- **Strukturierte Zerlegung.**
 - Zerlegung des Systems in Komponenten; Schrittweise Verfeinerung der Aufgabenstellung und Lösung; Modularisierung.
- **Algorithmisierung.**
 - Zerlegung in Einzelschritte; Wahl von Paradigmen, Kontroll- und Datenstrukturen; Umsetzung in Programmiersprache; Korrektheit; Komplexität.



Quelle: [Schwill, 1993, S. 26]

Definition 2.1 ([Schwill, 1993])

Eine **fundamentale Idee** (bzgl. einer Wissenschaft) ist ein Denk-, Handlungs-, Beschreibungs- oder Erklärungsschema, das folgenden Kriterien genügt:

1. Das Schema ist in verschiedenen Bereichen (der Wissenschaft) vielfältig anwendbar oder erkennbar. (**Horizontalkriterium**)
2. Das Schema kann auf jedem intellektuellen Niveau aufgezeigt und vermittelt werden. (**Vertikalkriterium**)
3. Das Schema ist in der historischen Entwicklung (der Wissenschaft) deutlich wahrnehmbar und längerfristig relevant. (**Zeitkriterium**)
4. Das Schema besitzt einen Bezug zu Sprache und Denken des Alltags und der Lebenswelt. (**Sinnkriterium**)

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

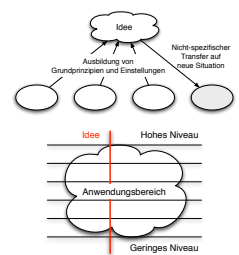
Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik



Vorteile | 2.19

Vorteile fundamentaler Ideen:

- Höhere Fassbarkeit des Unterrichtsgegenstands.
- Ermöglichen der Rekonstruktion von Einzelheiten durch Aufbau von Beziehungsnetzen zwischen Details.
- Unterstützung des nicht-spezifischen Transfers.
- Verringerung des Abstands zwischen elementarem und fortgeschrittenen Wissen durch vertikale Gliederung.
- Längere Gültigkeit im Vergleich zum (Produkt-)Detailwissen.



J. S. Bruner, wiedergeben nach [Schwill, 1993]

Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik



Auffinden fundamentaler Ideen | 2.21

Vierstufiger Prozess [Schwill, 1993]:

1. Analyse der konkreten Inhalte einer Wissenschaft.
 - Ermitteln der Beziehungen und Analogien zwischen Teilgebieten. (**Horizontalkriterium**)
 - Ermitteln der Beziehungen und Analogien zwischen unterschiedlichen intellektuellen Niveaus. (**Vertikalkriterium**)
 - Ergebnis: Sammlung von Ideen.
2. Nachprüfen des **Sinnkriteriums** für jede Idee.
3. Nachprüfen des **Zeitkriteriums** für jede verbleibende Idee.
 - Ergebnis: Sammlung von fundamentalen Ideen.
4. Abstimmen der Ideen; Überprüfen von Beziehungen.
 - Möglichkeit, Ideen zu gruppieren?
 - Möglichkeit, Ideen (hierarchisch) zu strukturieren?

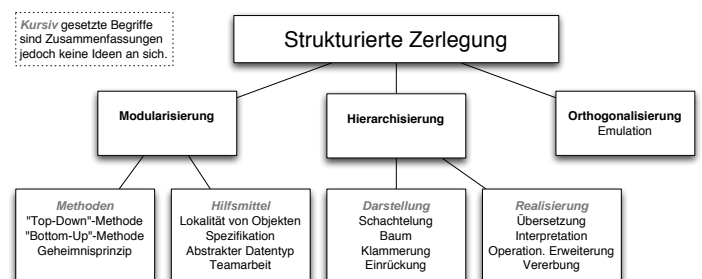
Jan Vahrenhold, WiSe 2018/2019

Tutorenschulung Informatik – Kapitel 2: Elementare Aspekte der Vermittlung von Informatik



Masteridee: Strukturierte Zerlegung | 2.23

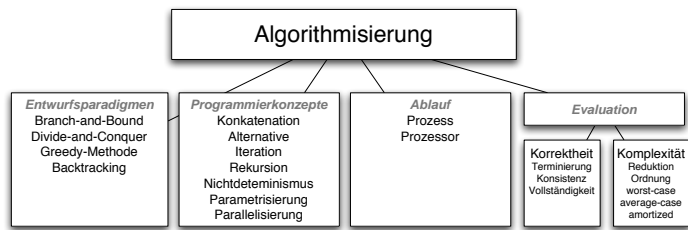
Kursiv gesetzte Begriffe sind Zusammenfassungen jedoch keine Ideen an sich.



Quelle: [Schwill, 1993, S. 29]

Bezug zum „Software Life Cycle“:

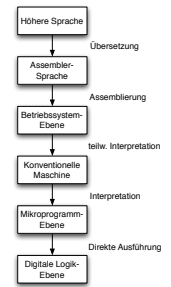
- Zerlegung des Systems in Komponenten; Schrittweise Verfeinerung der Aufgabenstellung und Lösung; Modularisierung.



Quelle: [Schwill, 1993, S. 29]

Bezug zum „Software Life Cycle“:

- Zerlegung in Einzelschritte; Wahl von Paradigmen, Kontroll- und Datenstrukturen; Umsetzung in Programmiersprache; Korrektheit; Komplexität.



Quelle: [Schwill, 1993, S. 27]

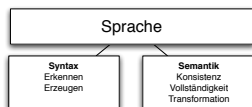
Ausgangspunkt:

- Veranschaulichung einer Rechnerarchitektur durch Ebenenmodell.
- (Modell ohne Transistoren-Ebene.)

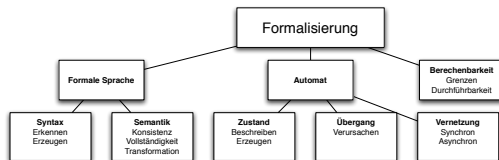
Zentrale Ideen:

- Sprache.
 - Syntax; Semantik.
- Strukturierende Zerlegung.
 - Hierarchisierung: Übersetzung, Interpretation.

Masteridee: Sprache 2.26



Quelle: [Schwill, 1993, S. 29]

Erweiterung [Modrow, 2006]:

Zusammenfassung 2.27

Vier Kriterien für fundamentale Ideen:

1. Horizontalkriterium. (Vielfaches, variantenreiches Auftreten)
2. Vertikalkriterium. (Vermittelbarkeit auf verschiedenen Niveaus)
3. Zeitkriterium. (Bestehen des *test of time*)
4. Sinnkriterium. (Lebensweltlicher Bezug)

Klassifizierung:

- Horizontal- und Vertikalkriterium führen zum Begriff der „Idee“.
- Zeit- und Sinnkriterium führen zur „Fundamentalität“.

Masterideen:

- „Algorithmisierung“, „Strukturierte Zerlegung“, „Sprache“.

Die „Great Principles of Computing“ 2.28

Peter J. Denning

Distinguished Professor, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, USA.
 Director of the Cebrowski Institute for Innovation and Information Superiority.
 Präsident der Association for Computing Machinery (1980–82).
 Vorsitzender des ACM Education Board (2000-04).

Fellow der Association for Computing Machinery, des Institute of Electrical and Electronics Engineers und der American Association for the Advancement of Science. Distinguished Education Fellow der National Science Foundation.

**Motivation:**

- Wunsch nach einem „unkomplizierten Rahmenwerk“ zur Darstellung der Informatik.
- Analoge Darstellung zu „anderen ‚reifen‘ Wissenschaften“.

Great Principles [Denning, 2003]:

- Prinzipien, die sich aus der Beobachtung von **in der Praxis** häufig auftretenden Handlungs- oder Denkmustern ergeben.
- Zwei Arten von Prinzipien:
 - „Mechaniken“: Prinzipien der Struktur und des Verhaltens.
 - „Entwurfsrichtlinien“: Prinzipien des Entwurfs.
- Ergänzung durch „Praktiken“ und „Kerntechnologien“.

Mechaniken der Informatik 2.30

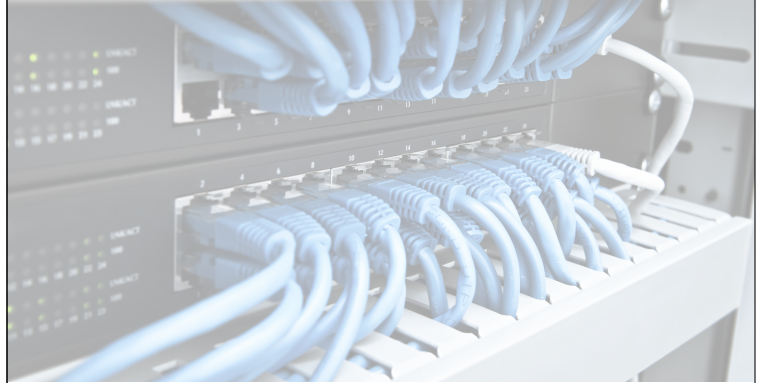
Überschriften, die das Fach Informatik beschreiben

- Berechnung („Was kann berechnet werden?“).
 - Algorithmen, Datenstrukturen, Automaten, Komplexität, Logik, Modelle...
- Kommunikation („Versenden von Botschaften“).
 - Datenübertragung, Entropie, Kapazitäten, Kompression, Kryptographie, Fehlererkennung und -korrektur...
- Koordination („Koordiniertes Arbeiten mit gemeinsamem Ziel“).
 - Mensch-Mensch, Mensch-Computer, Computer-Computer.
- Automatisierung („Ausführen kognitiver Aufgaben auf einer Maschine“).
 - Maschinelles Lernen, Expertensysteme, Philosophie der Automatisierung...
- Datenhaltung („Speichern und Auffinden von Informationen“).
 - Speicherhierarchien, Adressbereiche, (semantische) Suche, Indizierung...

Kerntechnologien der Informatik 2.29

- [Denning, 2003]: Mehr als 30 Bereiche, u.a.:

- Algorithmen und Datenstrukturen, Programmiersprachen, Rechnerarchitektur, Wissenschaftliches und symbolisches Rechnen, Betriebssysteme, Softwaremethodik und Software Engineering, Datenbanken und Wissensentdeckung, Künstliche Intelligenz und Robotik, Mensch-Maschine-Interaktion...



Perspektiven auf die Fachinhalte 2.31



Quelle: [Denning, 2003, S. 18]

Ausnutzen der Mechaniken im Sinne der Nutzer und Kunden.

- Einfachheit.
 - Verwendung von Abstraktion zur Vereinfachung des Anwendungsproblems.
- Durchsatz.
 - Vorhersage von Geschwindigkeit, Engstellen, Kapazitäten.
- Zuverlässigkeit.
 - Redundanz, Wiederherstellbarkeit, Integrität.
- Entwicklungsfähigkeit.
 - Anpassbarkeit hinsichtlich Funktionalität, Skalierbarkeit.
- Sicherheit.
 - Zugriffskontrolle, Sicherheit, Datenschutz, Authentifizierung.

Entwurfsmethoden
Wiederholungsfragen
Wiederholung

“Great Principles of Computing”: Zusammenfassung

2.34

Praktiken

Programmierung, Softwaretechnik, Modellierung, Innovation, Anwendung

Kern-Technologien

Rechnerarchitektur

Künstliche Intelligenz

Datenbanken

Betriebssysteme

Algorithmen

Netzwerke

etc.

Great Principles of Computing

Entwurfsrichtlinien

Einfachheit, Durchsatz, Zuverlässigkeit, Entwicklungsfähigkeit, Sicherheit

Mechaniken

Berechnung, Kommunikation, Kooperation, Automatisierung, Datenhaltung

Quelle: [Denning, 2003, S. 20]

„Our competence is not judged by our principles, but by the quality of what we do.“

Literaturverzeichnis

- [Bruner, 1960] Bruner, Jerome S.: *The Process of Education*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1960.
- [Craik and Lockhart, 1972] Craik, Fergus I. M. und Robert S. Lockhart: Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11(6):671–684, Dezember 1972.
- [Denning, 2003] Denning, Peter J.: Great principles of computing. *Communications of the ACM* 46(11):15–20, November 2003.
- [Edelmann, 2000] Edelmann, Walter: *Lernpsychologie*. BeltzPVU, Weinheim, 6. Auflage, 2000.
- [Fischer, 1976] Fischer, Roland: Fundamentale Ideen bei den reellen Funktionen. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 3:185–192, 1976.
- [Helmke, 2009] Helmke, Andreas: *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität – Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Klett / Kallmeyer, Seelze-Velber, 2009.
- [Hubwieser, 2007] Hubwieser, Peter: *Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. Springer, Berlin, 3. Auflage, 2007.
- [Humbert, 2006] Humbert, Ludger: *Didaktik der Informatik mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*. Teubner, Wiesbaden, 2. Auflage, 2006.
- [Modrow, 2006] Modrow, Eckart: Zur Ordnungswirkung fundamentaler Ideen der Informatik am Beispiel der theoretischen Schulinformatik. *informatica didactica* 6, 2006. <http://www.informaticadidactica.de/InformaticaDidactica/Modrow2006,11Seiten>.
- [Nievergelt, 1990] Nievergelt, Jürg: Computer science for teachers: A quest for classics, and how to present

Our competence is not judged by our principles, but by the quality of what we do.

[Denning, 2003, S. 18]

- Programmierung, Softwaretechnik, Modellierung, Innovation, Anwendung.

Entwurfsmethoden
Wiederholungsfragen
Wiederholung

Zusammenfassung

2.35

Lernpsychologie:

■ Behaviorismus.

■ Kognitivismus.

■ Konstruktivismus.

Fundamentale Ideen:

■ Horizontal- und Vertikalkriterium → Idee.

■ Zeit- und Sinnkriterium → Fundamentalität.

■ Spiralprinzip.

Great Principles of Computing:

■ Prinzipien der Struktur und des Verhaltens bzw. des Entwurfs.

■ Überschriften für Sicht auf Kerntechnologien.

- them. In: *Proceedings of the Third International Conference on Computer Assisted Learning, Lecture Notes in Computer Science*, Band 438, S. 2–15, Springer, Berlin, 1990.
- [Schreiber, 1979] Schreiber, Alfred: Universelle Ideen im mathematischen Denken – ein Forschungsgegenstand der Fachdidaktik. *mathematica didactica* 2:165–171, 1979.
- [Schreiber, 1983] Schreiber, Alfred: Bemerkungen zur Rolle universeller Ideen im mathematischen Denken. *mathematica didactica* 6:65–76, 1983.
- [Schubert und Schwill, 2004] Schubert, Sigrid und Andreas Schwill: *Didaktik der Informatik*. Spektrum Akademischer Verlag, Wiesbaden, 2004.
- [Schweiger, 1982] Schweiger, Fritz: Fundamentale Ideen der Analysis und handlungsorientierter Unterricht. *Beiträge zum Mathematikunterricht* 16:103–111, 1982.
- [Schwill, 1993] Schwill, Andreas: Fundamentale Ideen der Informatik. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 25(1):20–31, Februar 1993.
- [Watson, 1913] Watson, John B.: Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review* 20:158–177, 1913. Nachdruck (gekürzt) in: *Psychological Review* 101(2):248–253, 1994.
- [Weinert, 1999] Weinert, Franz Emanuel: Die fünf Irrtümer der schulreformer. *Psychologie heute* 26(7):28–34, Juli 1999.

Bildnachweis

- Folie 0: Mirko Westermeier, 2017
- Folie 4: © iStockPhoto.com / OJO-Images
- Folie 5: © iStockPhoto.com / ASMarwaha
- Folie 7: © iStockPhoto.com / Spanishalex
- Folie 8: © iStockPhoto.com / prryanwang
- Folie 10: © iStockPhoto.com / Spanishalex
- Folie 18: © iStockPhoto.com / Hanserasmus
- Folie 28: © 2008, Louis Fabian Bachrach, <http://en.wikipedia.org/wiki/File:PJD.jpg>
- Folie 29: © iStockPhoto.com / troyek
- Folie 30: © iStockPhoto.com / -ilkeyuksel-
- Folie 31: © iStockPhoto.com / phototropic
- Folie 32: © iStockPhoto.com / arosoft
- Folie 33: © iStockPhoto.com / GodfriedEdelman
- Folie 35: © iStockPhoto.com / DNY59