

Prozessorientierte Informatikdidaktik: Welche Inhaltskonzepte sind relevant?

Christian Spannagel und Andreas Zendler
University of Education Ludwigsburg

Abstract. Prozessorientierte Informatikdidaktik rückt zentrale Prozesskonzepte beim Lernen und Lehren von Informatik in den Mittelpunkt. Dabei stellt sich die Frage, welche Inhaltskonzepte im Kontext der Prozesse relevant sind und daher in Kombination mit den Prozessen behandelt werden sollten. In den Studien von Zendler, Spannagel und Klautdt (2008a) sowie Zendler und Spannagel (2008) wurden sowohl zentrale Prozesskonzepte als auch zentrale Inhaltskonzepte für informatische Lehr-Lern-Szenarien empirisch ermittelt. In der vorliegenden Studie wird eine empirische Untersuchung beschrieben, in der die Relevanz der zentralen Inhaltskonzepte im Kontext der zentralen Prozesskonzepte durch Expertenbefragung bestimmt wurde. Das Ergebnis sind 18 Blocks von Prozess- und Inhaltskombinationen, die eine Orientierung bei der Planung prozessorientierter Lehr-Lern-Szenarien in der Informatik bieten können.

Keywords: Computer science education, process-orientation, central process concepts, central content concepts.

Contact: {spannagel, zendler}@ph-ludwigsburg.de

1. Einleitung

Kinder und Jugendliche sollten sich nicht nur die Inhaltskonzepte eines Fachs aneignen, sondern auch die Denk- und Arbeitsweisen erlernen, die in einer Disziplin von Bedeutung sind. So listen beispielsweise die KMK-Bildungsstandards für das Fach Mathematik neben Inhaltskonzepten wie „Zahl“, „Raum“ und „Form“ auch allgemeine mathematische Kompetenzen wie z.B. „Modellieren“, „Kommunizieren“ und „Argumentieren“ auf (KMK, 2003, 2004a, 2004b). Die GI-Bildungsstandards für das Fach Informatik (GI, 2008) enthalten neben Inhaltsbereichen (z.B. „Information und Daten“, „Algorithmen“, „Sprachen und Automaten“) auch Prozessbereiche (z.B. „Modellieren und Implementieren“, „Begründen und Bewerten“ und „Strukturieren und Vernetzen“). Für das Fach Informatik liegen zudem empirische Untersuchungen vor, in denen neben zentralen Inhaltskonzepten auch zentrale Prozesskonzepte für informatische Lehr-Lern-Szenarien bestimmt worden sind: Zendler und Spannagel (2008) ermittelten durch Expertenbefragung 15 zentrale Inhaltskonzepte (z.B. *algorithm*, *computer*, *data*, *system*). Zendler, Spannagel und Klautdt (2008a) bestimmten ebenfalls auf empirische Weise 16

zentrale Prozesskonzepte (z.B. *problem solving and problem solving, analyzing, classifying, generalizing*).

Die Bedeutung von Prozessen beim Lernen ist in den letzten Jahren immer stärker in den Blickpunkt gerückt, insbesondere in Abgrenzung zu didaktischen Ansätzen, in denen hauptsächlich vom Inhalt ausgegangen und dessen Aufbereitung und Strukturierung behandelt wird.¹ In prozessorientierten Lehr-Lern-Szenarien werden weniger der Inhalt, sondern mehr die Prozesse fokussiert, die von Lernenden durchgeführt und erlernt werden sollen. Neben der Kenntnis von fachlichen Inhaltskonzepten (die unumstritten ein wichtiges Ziel ist) werden hier also die Handlungen der Kinder und Jugendlichen in den Mittelpunkt der didaktisch-methodischen Planung und Umsetzung gerückt. Wenn diese die Arbeits- und Denkweisen einer Disziplin erlernen sollen, dann muss sich die didaktische Planung und Gestaltung an diesen Prozessen orientieren, d.h. so ausgerichtet sein, dass die Lernenden die entsprechenden Prozesse selbst durchführen und reflektieren können.

Die prozessorientierte Gestaltung von Lehr-Lern-Szenarien geht u.a. auf den „Process as Content“-Ansatz von Parker und Rubin (1966) zurück, der in der Trilogie von Costa und Liebmann (1997a, 1997b, 1997c) wieder aufgegriffen wird. Prozessorientierung findet sich außerdem in didaktischen Ansätzen wieder, welche das Erlernen von Denkstrategien fokussieren (*teaching thinking*; Barell, 1995; Crawford, Saul, Mathews, & Makinster, 2005; Bowkett, 2006; Brady, 2008).

Prozessorientierung in der Informatikdidaktik impliziert nicht, dass informatische Inhaltskonzepte keine Rolle mehr spielen. Informatische Denk- und Arbeitsweisen können und sollen nicht losgelöst von Inhaltskonzepten behandelt werden. Prozessorientierung bedeutet jedoch, dass bei der didaktischen Planung *von den Prozessen aus* gedacht wird. Es werden Lernumgebungen gestaltet, in denen die Lernenden bestimmte Denk- und Arbeitsweisen durchführen. Inhaltskonzepte spielen dabei im *Kontext der Prozessdurchführung* eine Rolle: Bei der Anwendung von Denk- und Arbeitsweisen werden Inhaltskonzepte verwendet, erarbeitet und elaboriert. Sie sind *Input* für Prozesse, *Output* von Prozessen, *Kontrollinstanzen* bei der Durchführung von Prozessen oder *Mittel* (Ressourcen, Tools), die zur Durchführung der Prozesse notwendig sind (vgl. die Prozessmodellierung im Rahmen der IDEF0-Notation, National Institute of Standards and Technology, 1993).

Bei der curricularen Planung von Lehr-Lern-Szenarien in der Informatik stellt sich nun die Frage, welche Prozesskonzepte mit welchen Inhaltskonzepten kombiniert werden sollen, d.h. welche Inhaltskonzepte im Kontext eines Prozesskonzepts relevant sind. Bei der Beantwortung dieser Frage sollte der fachwissenschaftliche Standpunkt berücksichtigt werden. Inhaltskonzepte, die bei der Durchführung eines informatischen Prozesses aus Sicht der Fachwissenschaft eine wichtige Rolle spielen, sollten auch für die Planung von Lehr-Lern-Szenarien zur Durchführung

¹ In didaktischen Diskussionen wird hierfür gelegentlich der negativ besetzte Begriff „Stoffdidaktik“ verwendet. In der Mathematikdidaktik wird dieser Begriff kontrovers diskutiert; vgl. hierzu Reichel (1995) oder Jahnke (1998). Ziel der vorliegenden Arbeit ist nicht die polarisierende Abgrenzung von Inhalten und Prozessen, sondern deren Integration.

dieses Prozesses relevant sein, bzw. Inhaltskonzepte, die aus fachwissenschaftlicher Perspektive im Kontext eines Prozesses unbedeutend sind, können auch beim Erlernen dieses Prozesses als nebensächlich betrachtet werden.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Bestimmung der Relevanz informatischer Inhaltskonzepte im Kontext informatischer Prozesskonzepte aus einer wissenschaftsorientierten Sicht. Dabei wird wie in den Untersuchungen von Zendler und Spannagel (2008) sowie Zendler, Spannagel und Klautd (2008a) empirisch vorgegangen. Dadurch werden die Ergebnisse auf die Einschätzung vieler Experten gestützt und subjektive Einflüsse gemindert.

In Abschnitt 2 werden die Ergebnisse der empirischen Vorarbeiten zur Bestimmung der zentralen Prozesskonzepte und zentralen Inhaltskonzepte für informatische Lehr-Lern-Szenarien kurz zusammengefasst. Anschließend wird die Studie vorgestellt, mit der die Relevanz der Inhaltskonzepte im Kontext der Prozesskonzepte ermittelt wurde. In den letzten beiden Abschnitten werden die Ergebnisse diskutiert, zusammengefasst und mögliche Folgearbeiten beschrieben.

2. Empirische Vorarbeiten

Grundlage für die in dieser Arbeit beschriebenen Studie sind die Untersuchungen von Zendler, Spannagel und Klautd (2008a) sowie Zendler und Spannagel (2008). In der erstgenannten Studie wurden die zentralen Prozesskonzepte für informatische Lehr-Lern-Szenarien empirisch ermittelt, in der zweitgenannten Studie die zentralen Inhaltskonzepte. Dabei wurde jeweils ähnlich vorgegangen. Es wurden Fragebogen an Informatikprofessoren an deutschen Hochschulen verschickt, in denen Prozesskonzepte (bzw. Inhaltskonzepte) bzgl. vier Kriterien beurteilt werden sollten. Dabei handelte es sich um die vier Schwillischen Kriterien für fundamentale Ideen (Schwill, 1993, 1994): das Horizontalkriterium (ein Konzept ist in vielen Bereichen der Informatik relevant), das Vertikalkriterium (ein Konzept ist auf allen intellektuellen Niveaus vermittelbar), das Zeitkriterium (ein Konzept ist über einen größeren Zeitraum hinweg in der Informatik bedeutsam) und das Sinnkriterium (ein Konzept hat einen Bezug zu Denken und/oder Sprache des Alltags und der Lebenswelt). Die Ausgangsliste der Prozesskonzepte bestand aus 44 Prozessen, die bei Costa und Liebmann (1997d) genannt werden. Die Ausgangsliste der Inhaltskonzepte enthielt 49 Konzepte, die aus einer Analyse des *ACM Computing Classification System (1998 Version)*² gewonnen wurden.

Die erhobenen Daten wurden jeweils clusteranalytisch ausgewertet. Ergebnis der Studien sind Listen von Prozesskonzepten und Inhaltskonzepten, die für das Informatiklernen zentral sind. Tabelle 1 enthält eine Auflistung der 16 zentralen Prozesskonzepte und 15 zentralen Inhaltskonzepte.

Die im Folgenden beschriebene Studie beantwortet die Frage, welche der zentralen Inhaltskonzepte im Kontext der einzelnen Prozesskonzepte relevant sind.

² Abrufbar unter <http://www.acm.org/class/1998/> (letzter Zugriff am 23.8.2008).

Tabelle 1: Zentrale Prozesskonzepte (nach Zendler, Spannagel und Klautd, 2008a) und zentrale Inhaltskonzepte (nach Zendler und Spannagel, 2008), jeweils alphabetisch sortiert

Zentrale Prozesskonzepte	Zentrale Inhaltskonzepte
analyzing	algorithm
categorizing	communication
classifying	computation
collaborating	computer
communicating	data
comparing	information
creating and inventing	language
finding cause-and-effect relationships	model
finding relationships	problem
generalizing	process
investigating	program
ordering	software
presenting	structure
problem solving and problem posing	system
questioning	test
transferring	

3. Empirische Untersuchung

3.1 Methode

3.1.1 Stichprobe

Es wurden 120 Informatikprofessorinnen und -professoren angeschrieben, die an deutschen Universitäten beschäftigt sind. Die Hochschulen wurden nach der Bewertung ihrer Forschungsreputation gemäß des CHE-Rankings 2006³ ausgewählt. Es wurden nur Professorinnen und Professoren angeschrieben, die nicht bereits an einer der anderen Studien teilgenommen hatten. Es kamen 24 gültige beantwortete Fragebogen zurück (Rücklaufquote: 20 %).

3.1.2 Fragebogen

In dem Fragebogen wurde zunächst in die Fragestellung eingeführt. Anschließend wurden die zentralen Prozess- und Inhaltskonzepte alphabetisch sortiert aufgelistet (vgl. Tabelle 1). Der eigentliche Fragebogenteil bestand aus einer 16×15-Matrix, in der die Prozesskonzepte in den Zeilen und die Inhaltskonzepte in den Spalten standen. Für jede Zelle musste die folgende Aussage bewertet werden: Im Kontext des Informatikprozesses <abc> hat das Informatikkonzept <xyz> eine Bedeutung.

³ Abrufbar unter <http://www.che.de> (letzter Zugriff am 23.8.2008); auszugsweise auch veröffentlicht in „Die Zeit. Studienführer 2006“

Die Bewertung erfolgte auf einer Skala von 0 (*keine Bedeutung*) bis 5 (*sehr große Bedeutung*). Zudem war ein Glossar beigefügt, der die Prozesskonzepte näher erläuterte.

3.1.3 Datenanalyse

Zunächst werden die Daten deskriptiv bzgl. der Zeilen- und Spaltenmittelwerte ausgewertet. Anschließend werden die Daten clusteranalytisch behandelt. Dabei werden zum einen Zeilencluster (d.h. Cluster von Prozesskonzepten) und Spaltencluster (d.h. Cluster von Inhaltskonzepten) gebildet. Zur Beurteilung der Qualität der Cluster wird eine Konvergenzanalyse im Vergleich mit kleineren Stichproben durchgeführt. Schließlich werden durch Mediandichotomisierung wichtige Gruppen von Prozesskonzept-Inhaltskonzept-Kombinationen ermittelt.

Zur Auswertung wurde SPSS 16.0 verwendet. Die Konvergenzanalyse wurde über eine direkte Implementierung in der Statistiksprache R durchgeführt.

3.2 Deskriptive Datenanalyse

In Abbildung 1 ist die Matrix mit den Prozess- und Inhaltskonzepten dargestellt. Die Zellen enthalten die Mittelwerte der Experteneinschätzungen bei $N=24$. Sowohl die Prozesskonzepte als auch die Inhaltskonzepte sind bzgl. der Gesamtmittelwerte absteigend sortiert.

Die Prozesskonzepte mit den fünf höchsten Gesamtmittelwerten sind *analyzing*, *problem solving and problem posing*, *investigating*, *comparing*, *classifying* und *finding relationships* (wobei *classifying* und *finding relationships* denselben Gesamtmittelwert haben). Die Prozesskonzepte mit den fünf niedrigsten Gesamtmittelwerten sind *communicating*, *creating and inventing*, *questioning*, *ordering*, *collaborating* und *presenting* (wobei *communicating* und *creating and inventing* denselben Gesamtmittelwert haben).

Die Inhaltskonzepte mit den fünf höchsten Gesamtmittelwerten sind *information*, *model*, *problem*, *structure* und *language*. Die Inhaltskonzepte mit den fünf niedrigsten Gesamtmittelwerten sind *test*, *computation*, *software*, *program* und *computer*.

3.3 Clusteranalytische Auswertungen

Die Matrix mit den Mittelwerten wurde clusteranalytisch untersucht. Dabei wurden zwei Clusteranalysen gerechnet: Zum einen wurden die Prozesskonzepte (Clusterung der Zeilen), zum anderen wurden die Inhaltskonzepte geclustert (Clusterung der Spalten). Bei der Clusteranalyse wurde das Verfahren nach Ward (1963) eingesetzt mit der quadrierten euklidischen Distanz als Abstandsmaß (Everitt, Landau & Leese, 2001), als Abbruchkriterium wurde der C-Index nach Hubert und Levin (1976) berücksichtigt.

In Abbildung 2 sind die Ergebnisse der Clusteranalysen dargestellt. In der Matrix sind dabei die Mittelwerte zur besseren Visualisierung in einer Heatmap farbcodiert (Grinstein, Trutschl, & Cvek, 2001). Zudem stellen die Dendrogramme die

sukzessive Zusammenfassung der Zeilen bzw. Spalten zu Clustern dar. Der Cut in den Dendrogrammen zeigt, an welcher Stelle die Clusterbildungen jeweils abgebrochen wurden.

	information	model	problem	structure	language	communication	data	process	algorithm	system	test	computation	software	program	computer	Gesamtmittelwerte
Inhaltskonzepte																
Prozesskonzepte																
analyzing	3.96	3.96	4.25	3.83	2.92	3.00	3.71	3.50	3.46	3.29	3.17	2.75	2.50	2.46	1.75	3.23
problem solving and posing	3.67	3.58	4.13	3.63	3.00	2.58	2.75	3.21	3.88	2.50	2.88	3.08	3.25	2.96	2.58	3.18
investigating	4.04	3.29	3.75	2.96	3.00	3.13	3.50	2.83	2.58	2.88	3.33	2.79	2.67	2.71	2.50	3.06
comparing	3.67	3.42	2.67	3.58	2.71	2.25	3.38	2.71	3.58	2.83	3.13	2.92	2.58	2.54	2.33	2.95
classifying	3.79	3.92	3.75	3.50	2.96	2.33	3.71	2.67	2.71	2.96	2.71	2.50	2.25	2.17	2.13	2.94
finding relationships	3.88	3.46	3.04	3.58	2.58	2.46	3.46	2.96	3.04	2.71	2.96	3.08	2.42	2.46	2.00	2.94
transferring	3.38	3.96	3.58	3.33	3.13	3.29	2.54	2.79	2.67	3.08	2.29	2.21	2.42	2.54	2.21	2.89
categorizing	3.83	3.67	3.58	3.63	2.83	2.29	3.71	2.58	2.50	2.71	2.33	2.38	2.63	2.54	2.00	2.88
finding cause-and-effect r.	3.54	3.58	3.25	3.00	2.33	2.58	2.96	3.04	2.92	2.21	3.29	2.96	2.50	2.50	2.25	2.86
generalizing	3.79	3.96	3.33	3.79	2.96	2.21	2.92	2.83	2.67	2.75	2.29	2.50	2.17	2.25	2.00	2.83
communicating	3.71	2.79	3.25	2.54	4.04	4.48	2.38	3.21	2.08	2.54	1.88	1.79	2.21	2.08	2.29	2.75
creating and inventing	2.50	3.58	3.29	3.29	2.42	2.71	1.63	3.17	3.63	2.38	2.42	2.46	2.83	2.58	2.38	2.75
questioning	3.33	3.21	3.79	3.13	2.88	3.71	2.29	2.38	2.17	2.54	3.08	2.08	2.00	2.33	2.04	2.73
ordering	3.42	2.75	2.13	3.38	2.54	1.71	3.46	2.67	2.83	2.17	2.38	3.21	2.38	2.67	2.46	2.68
collaborating	3.04	2.54	2.71	2.42	3.13	4.46	1.71	3.08	1.67	2.63	1.67	1.96	2.54	2.17	2.50	2.55
presenting	3.96	2.54	2.54	3.04	3.67	3.67	2.29	2.33	1.63	2.33	1.67	1.50	2.42	2.29	2.21	2.54
Gesamtmittelwerte	3.59	3.39	3.32	3.29	2.94	2.93	2.90	2.87	2.75	2.66	2.59	2.51	2.48	2.45	2.23	

Abbildung 1. Matrix mit den Mittelwerten der Experteneinschätzungen ($N=24$), zeilen- und spaltenweise absteigend nach Gesamtmittelwerten geordnet

3.3.1 Die Cluster der Prozesskonzepte

Die Clusterlösung für die Prozesskonzepte besteht aus sechs Clustern, die mit *PK1*, *PK2*, *PK3*, *PK4*, *PK5* und *PK6* bezeichnet werden.

PK1-Cluster. Dieses Cluster besteht aus zwei Prozesskonzepten, nämlich *analyzing* und *problem solving and problem posing*. Beide Prozesskonzepte zeichnen sich durch hohe Werte bezüglich des Inhaltskonzepts *problem* aus, ebenso durch hohe Werte bezüglich der Inhaltskonzepte *information*, *structure* und *model*.

PK2-Cluster. Das PK2-Cluster besteht aus den drei Prozesskonzepten *categorizing*, *classifying* und *generalizing*. Es ist das homogenste Cluster von Prozesskonzepten, da die drei Konzepte sehr früh zusammengefasst werden. Sie zeichnen sich ebenso

im Wesentlichen durch hohe Werte bezüglich der Inhaltskonzepte *information*, *problem*, *structure* und *model* aus.

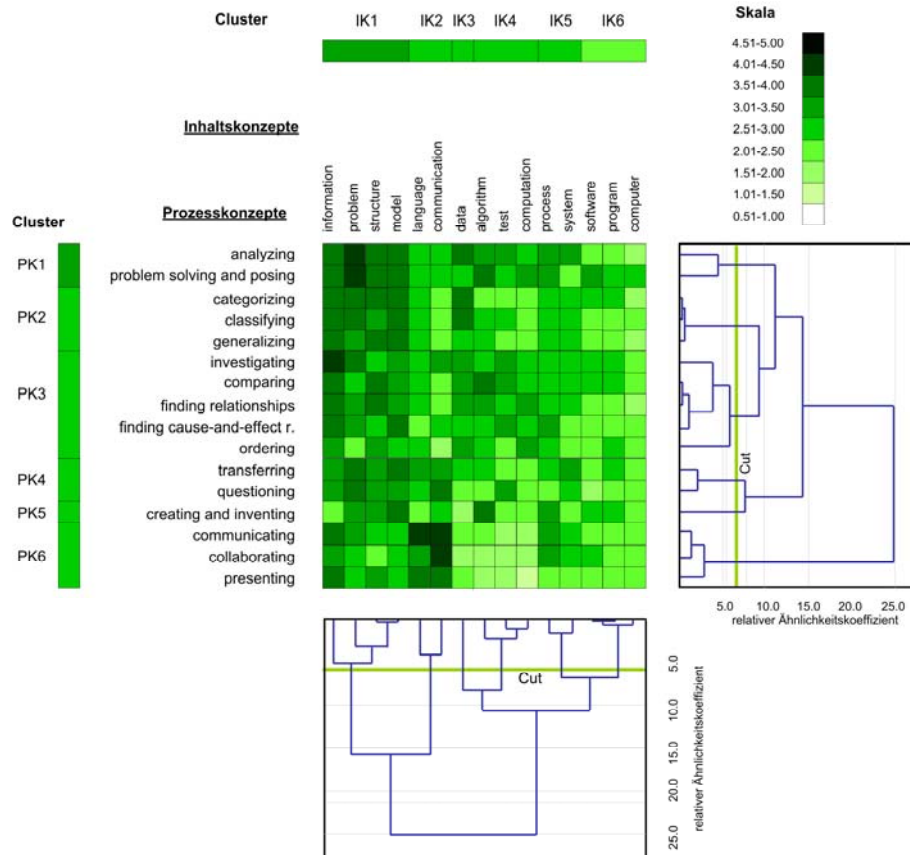


Abbildung 2. Heatmap mit Clustern und Dendrogrammen (N=24)

PK3-Cluster. Dieses Cluster besteht aus den folgenden fünf Prozesskonzepten: *investigating*, *comparing*, *finding relationships*, *finding cause-and-effect relationships* und *ordering*. Dem Dendrogramm kann entnommen werden, dass *comparing* und *finding relationships* sehr früh zusammengefasst werden. Das Prozesskonzept *ordering* kommt erst sehr spät zu der Gruppe hinzu.

PK4-Cluster. Das PK4-Cluster besteht aus den beiden Prozesskonzepten *transferring* und *questioning*. Beide zeichnen sich insbesondere durch hohe Werte bezüglich des Inhaltskonzepts *problem* aus.

PK5-Cluster. Zu diesem Cluster gehört nur das Prozesskonzept *creating and inventing*. Der Cut im Dendrogramm zeigt, dass dieses Cluster nicht mehr mit dem PK4-Cluster zusammengefasst werden kann.

PK6-Cluster. Das letzte Cluster besteht aus drei Prozesskonzepten, nämlich *communicating*, *collaborating* und *presenting*. Diese Konzepte haben hohe Werte bezüglich der Inhaltskonzepte *language* und *communication*, aber auch bzgl. des Konzepts *information*. Bezüglich der Inhaltskonzepte *data*, *algorithm*, *test* und *computation* haben die Prozesskonzepte dieses Clusters aber eher geringe Werte. Das Dendrogramm veranschaulicht, dass zunächst *communicating* und *collaborating* zusammengefasst werden und anschließend *presenting* zu der Gruppe hinzugefügt wird.

3.3.2 Die Cluster der Inhaltskonzepte

Die Clusterlösung für die Inhaltskonzepte besteht ebenfalls aus sechs Clustern, die mit *IK1*, *IK2*, *IK3*, *IK4*, *IK5* und *IK6* bezeichnet werden.

IK1-Cluster. Dieses Cluster besteht aus den Inhaltskonzepten *information*, *problem*, *structure* und *model*. Alle vier Inhaltskonzepte haben hohe Werte bezüglich zahlreicher Prozesskonzepte. Dem Dendrogramm kann entnommen werden, dass *structure* und *model* aufgrund ihrer Homogenität sehr früh zusammengefasst werden.

IK2-Cluster. Das *IK2-Cluster* umfasst zwei Inhaltskonzepte, nämlich *language* und *communication*. In der Heatmap ist auffällig, dass beide Inhaltskonzepte hohe Werte bezüglich der drei Prozesskonzepte *communicating*, *collaborating* und *presenting* haben.

IK3-Cluster. Dieses Cluster besteht nur aus einem einzigen Inhaltskonzept, nämlich *data*. Das Dendrogramm zeigt, dass dieses Cluster und das *IK4-Cluster* zu inhomogen sind, um noch zusammengefasst werden zu können.

IK4-Cluster. Diesem Cluster werden drei Inhaltskonzepte zugeschrieben: *algorithm*, *test* und *computation*. Alle drei Konzepte haben niedrige Werte bezüglich der Prozesskonzepte *communicating*, *collaborating* und *presenting*. Zunächst werden *test* und *computation* zusammengefasst, anschließend wird *algorithm* der Gruppe hinzugefügt.

IK5-Cluster. Das *IK5-Cluster* umfasst die beiden Inhaltskonzepte *process* und *system*. In der Heatmap fällt auf, dass beide Konzepte ähnliche Werte bezüglich der Prozesskonzepte *analyzing*, *categorizing*, *classifying*, *generalizing*, *investigating*, *comparing*, *finding relationships* und *presenting* aufweisen.

IK6-Cluster. Dieses Cluster ist das homogenste Cluster von Inhaltskonzepten. Die drei Konzepte *software*, *program* und *computer* werden aufgrund ihrer Homogenität sehr früh zusammengefasst. Charakteristisch für dieses Cluster sind niedrige Mittelwerte bezüglich zahlreicher Prozesskonzepte.

3.3.3 Konvergenz der clusteranalytischen Ergebnisse

Die Qualität der Clusterlösung bzgl. der Prozesskonzepte und der Inhaltskonzepte wurde mittels einer Konvergenzanalyse überprüft. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Datensätze mit Stichprobengrößen von $N=5$, $N=10$, $N=15$ und $N=20$ erzeugt und mit dem Datensatz bei $N=24$ verglichen. Als Vergleichsmaße wurden

Rand-Indizes RI berechnet (Rand, 1971; Hubert & Arabie, 1985; vgl. Zendler & Spannagel, 2008). Je höher der RI -Wert, umso größer ist die Übereinstimmung zweier Clusterlösungen, mit einem maximal möglichen RI -Wert von 1. Abbildung 3 zeigt alle berechneten RI -Werte zwischen den Clusterlösungen bei $N=5$, $N=10$, $N=15$ und $N=20$ im Vergleich mit der Clusterlösung bei $N=24$, jeweils getrennt für die Prozesskonzepte und die Inhaltskonzepte. Bereits bei $N=15$ kann von einer hohen Übereinstimmung gesprochen werden (Everitt, Landau & Leese, 2001, S. 183). Darüber hinaus ist deutlich zu erkennen, dass die Übereinstimmung sowohl für die Prozess- als auch für die Inhaltskonzepte zunimmt. Das heißt, dass davon ausgegangen werden kann, dass eine Vergrößerung der Stichprobe zu keiner größeren Änderung der Ergebnisse führen würde. Die Qualität der Clusterlösungen ist demnach als hoch einzustufen.

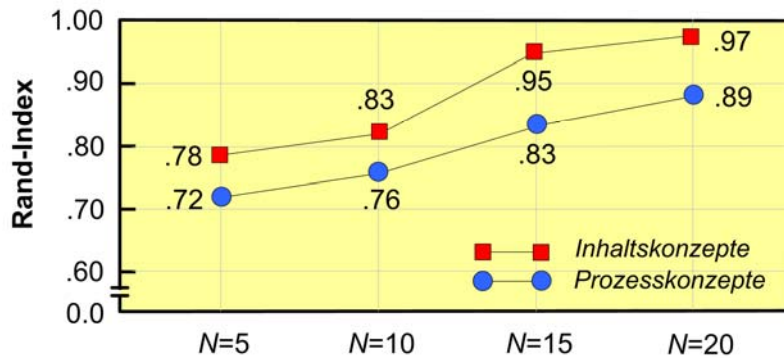


Abbildung 3. Rand-Indizes in Abhängigkeit von N

3.4 Blockbildung aus Prozess- und Inhaltsclustern

Im Folgenden werden Bereiche der Matrix identifiziert (sogenannte *Blocks*), die relevante Prozess-Inhalts-Kombinationen darstellen. Dazu werden die 6 Zeilencluster und 6 Spaltencluster geschnitten und die Mittelwerte für die 36 Schnittbereiche ermittelt. Anschließend werden mittels Mediandichotomisierung diejenigen 18 Schnittbereiche identifiziert, deren Mittelwerte oberhalb des Medians liegen.

Bei einem Median von 2.73 ergeben sich die folgenden 18 Blocks: $PK1 \cap IK1$, $PK1 \cap IK2$, $PK1 \cap IK3$, $PK1 \cap IK4$, $PK1 \cap IK5$, $PK2 \cap IK1$, $PK2 \cap IK3$, $PK2 \cap IK5$, $PK3 \cap IK1$, $PK3 \cap IK3$, $PK3 \cap IK4$, $PK4 \cap IK1$, $PK4 \cap IK2$, $PK5 \cap IK1$, $PK5 \cap IK4$, $PK5 \cap IK5$, $PK6 \cap IK1$ und $PK6 \cap IK2$. Abbildung 4 zeigt die Schnittbildung der Zeilen- und Spaltencluster. Die Blocks sind rot umrandet.

Die Blockbildung ist folgendermaßen zu verstehen: Im Kontext bestimmter Gruppen von Prozesskonzepten sind bestimmte Gruppen von Inhaltskonzepten relevant. So sind beispielsweise im Kontext der Prozesskonzepte *analyzing* und *problem solving and problem posing* ($PK1$) die Inhaltskonzepte *information*, *problem*, *structure* und *model* ($IK1$) bedeutsam. Dies wird durch die Bildung des Blocks $PK1 \cap IK1$ ausgedrückt. Ein weiteres Beispiel ist der Block $PK2 \cap IK3$, der die hohe Relevanz

des Inhaltskonzepts *data* (IK3) im Kontext der Prozesskonzepte *categorizing*, *classifying* und *generalizing* (PK2) anzeigt.

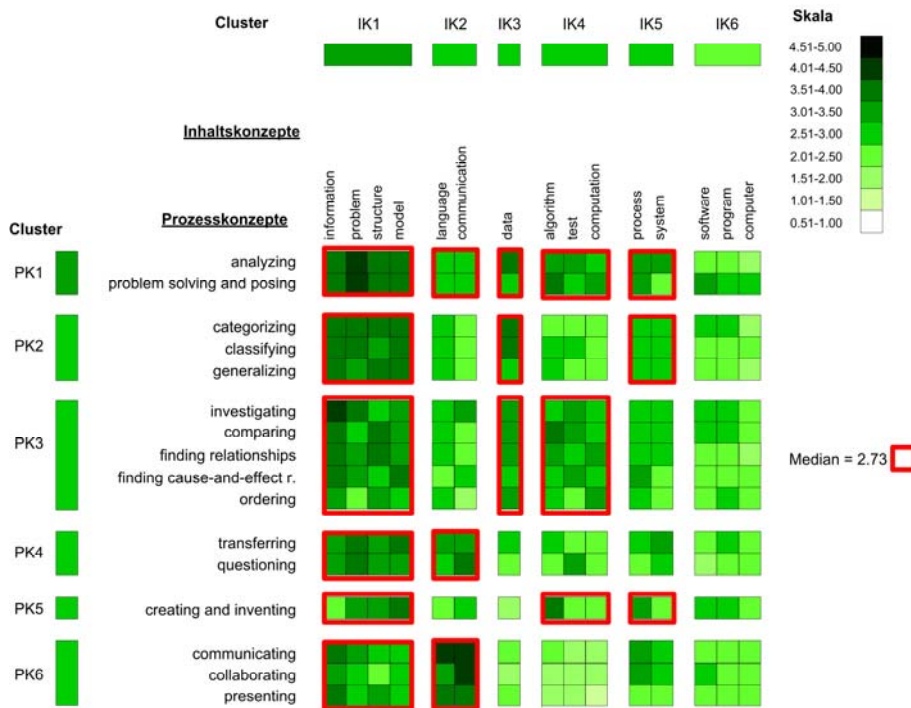


Abbildung 4. Blockbildung der Prozess- und Inhaltskonzepte

3.5 Diskussion

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Inhaltskonzepte im Kontext von Prozesskonzepten eine unterschiedlich hohe Relevanz haben. Das bedeutet, dass bei der prozessorientierten Gestaltung von Lehr-Lern-Szenarien in der Informatik ganz bestimmte Gruppen von Inhaltskonzepten bei der Behandlung eines oder mehrerer Prozesskonzepte stärker berücksichtigt werden sollten.

Die Prozesse *analyzing* und *problem solving and problem posing* haben die beiden höchsten Gesamtmittelwerte im Vergleich aller Prozesskonzepte und bilden gleichzeitig das Prozesscluster *PK1*. Das bedeutet, dass die Relevanz vieler Inhaltskonzepte im Kontext dieser beiden Prozesse als durchweg hoch eingestuft wurde. Dies macht sich auch dadurch bemerkbar, dass es fünf Blocks unter Beteiligung des Prozessclusters *PK1* gibt. In der Untersuchung von Zendler, Spannagel und Klautdt (2008a) haben diese beiden Prozesse ebenfalls die höchsten Bewertungen erzielt. Die vorliegende Untersuchung unterstreicht somit nochmals die außerordentliche Bedeutung dieser beiden Prozesskonzepte für informatische

Lehr-Lern-Szenarien durch die Feststellung, dass in deren Kontext auch zahlreiche Inhaltskonzepte behandelt werden können.

Die Inhaltskonzepte *information*, *model*, *problem* und *structure* haben die höchsten Gesamtmittelwerte im Vergleich mit allen Inhaltskonzepten erzielt. Diese vier Inhaltskonzepte bilden zugleich das Inhaltscluster *IK1*. In Abbildung 4 kann abgelesen werden, dass dieser Inhaltscluster in Verbindung mit allen Prozessclustern Blocks bildet. Das bedeutet, dass diese vier Inhaltskonzepte im Kontext aller Prozesskonzepte relevant sind. Bemerkenswert daran ist, dass das Inhaltskonzept *model* in der Untersuchung von Zendler und Spannagel (2008) nur einen unbedeutenden Platz belegt hat, während es hingegen im Kontext von Prozesskonzepten eine bedeutsame Rolle einnimmt. Daraus kann geschlossen werden, dass das Inhaltskonzept *model* insbesondere dann wichtig ist, wenn es im Kontext von Prozessen wie beispielsweise *analyzing*, *problem solving and problem posing* oder *creating and inventing* behandelt wird.

Die Inhaltskonzepte *software*, *program* und *computer*, die gemeinsam das Inhaltscluster *IK6* bilden, scheinen im Kontext von Prozesskonzepten nur eine untergeordnete Rolle zu spielen, da sie mit keinem einzigen Prozesscluster einen Block bilden. Dies ist insofern bemerkenswert, da das Inhaltskonzept *computer* in der Untersuchung von Zendler und Spannagel (2008) Platz 2 von 49 unter den Inhaltskonzepten einnimmt und somit ein besonders bedeutsames Inhaltskonzept in informatischen Lehr-Lern-Szenarien ist. Nimmt man allerdings eine prozessorientierte Perspektive auf das Informatiklernen ein, so spielt das Inhaltskonzept *computer* nur eine untergeordnete Rolle.

Den höchsten Block-Mittelwert hat der Block $PK6 \cap IK2$ mit 3,91 erzielt. Dies besagt, dass die Inhaltskonzepte *language* und *communication* im Kontext der Prozesskonzepte *communicating*, *collaborating* und *presenting* eine besonders große Bedeutung haben.

4. Zusammenfassung und Ausblick

In der in diesem Artikel beschriebenen Studie wurde die Relevanz von zentralen Inhaltskonzepten im Kontext zentraler Prozesskonzepte für Lehr-Lern-Szenarien in der Informatik bestimmt. Dabei hat sich gezeigt, dass verschiedene Gruppen von Inhaltskonzepten eine unterschiedlich hohe Relevanz im Kontext bestimmter Gruppen von Prozesskonzepten haben. Dies hat Konsequenzen, wenn Lehr-Lern-Szenarien aus prozessorientierter Sicht gestaltet werden. Die Ergebnisse dieser Studie geben dabei Hinweise, welche Inhaltskonzepte im Kontext eines Prozesskonzepts relevant sind und daher auch in dem geplanten Lernszenario eine stärkere Rolle spielen sollten.

In Folgearbeiten werden diese Ergebnisse mit den Resultaten der Studie von Zendler, Spannagel und Klautdt (2008b) verglichen, in der die Bedeutung von Prozesskonzepten für den Umgang mit Inhaltskonzepten ermittelt wurde. Gemeinsam mit dieser Studie liegen zwei Untersuchungen vor, welche Erkenntnisse zur Kombination von Prozesskonzepten und Inhaltskonzepten aus unterschiedlichen Perspektiven liefern und sich somit zu einem detaillierten Gesamtbild der Planung

informatischer Lehr-Lern-Szenarien unter Berücksichtigung von Prozesskonzepten und Inhaltskonzepten ergänzen.

Zudem werden Folgestudien durchgeführt zu der Frage, welche Prozesskonzept-Inhaltskonzept-Kombinationen mit welchen Sozialformen und mit welchen Methoden gelehrt werden können. Diese Studien werden somit den überwiegend wissenschaftsorientierten Standpunkt, der in den bisherigen Untersuchungen eingenommen wurde, durch didaktische Bewertungen ergänzen.

Danksagung

Wir danken Irene Reeb und Anna Höing für die Unterstützung bei der Durchführung der Fragebogenaktion. Dank gilt außerdem der LANDESSTIFTUNG Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung der Forschungsarbeit im Rahmen des Eliteprogramms für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden.

Literatur

- Barell, J. (1995). *Teaching for Thoughtfulness. Classroom Strategies to Enhance Intellectual Development*. White Plains, NY: Longman.
- Bowkett, S. (2006). *100 Ideas for Teaching Thinking Skills*. London, New York: Continuum.
- Brady, M. (2008). Cover the Material – Or Teach Students To Think? *Educational Leadership*, 65(5), 64–67.
- Costa, A.L., & Liebmann, R.M. (Eds.). (1997a). *Envisioning process as content. Toward a renaissance curriculum*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Costa, A.L., & Liebmann, R.M. (Eds.). (1997b). *The process-centered school. Sustaining a renaissance community*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Costa, A.L., & Liebmann, R.M. (Eds.). (1997c). *Supporting the spirit of learning. When process is content*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Costa, A.L., & Liebmann, R.M. (1997d). Toward renaissance curriculum. In L.A. Costa & R.M. Liebmann (Eds.), *Envisioning process as content. Toward a renaissance curriculum* (pp. 1–20). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Crawford, A., Saul, W., Mathews, S. R., & Makinster, J. (2005). *Teaching and Learning Strategies for the Thinking Classroom*. New York: The International Debate Education Association.
- Everitt, B.S., Landau, S., & Leese, M. (2001). *Cluster analysis*. London: Arnold.
- GI – Gesellschaft für Informatik (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*. Abrufbar unter: http://www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/Bildungsstandards_2008.pdf (Stand: 24. Januar 2008)

- Grinstein, G., Trutschl, M., & Cvek, U. (2001). High-Dimensional Visualizations. In *Data mining conference KDD workshop 2001* (pp. 7–19). New York: ACM Press.
- Hubert, L.J., & Arabie, P. (1985). Comparing partitions. *Journal of Classification*, 2, 193–218.
- Hubert, L.J., & Levin, J.R. (1976). A general statistical framework for assessing categorical clustering in free recall. *Psychological Bulletin* 83, 1072–1080.
- Jahnke, T. (1998). Zur Kritik und Bedeutung der Stoffdidaktik. *Mathematica didactica*, 21(2), 61–74.
- KMK – Kultusministerkonferenz (2003). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Abrufbar unter: http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Mathematik_MSA_BS_04-12-2003.pdf (Stand: 23.8.2008).
- KMK – Kultusministerkonferenz (2004a). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Abrufbar unter: http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Grundschule_Mathematik_BS_307KMK.pdf (Stand: 23.8.2008).
- KMK – Kultusministerkonferenz (2004b). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss. Abrufbar unter: http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Hauptschule_Mathematik_BS_307KMK.pdf (Stand: 23.8.2008).
- National Institute of Standards and Technology (1993). *Integration Definition for Function Modeling (IDEF0)*. Abrufbar unter <http://www.idef.com/pdf/idef0.pdf> (Stand: 23. August 2008).
- Parker, J.C., & Rubin, L.J. (1966). *Process as content. Curriculum Design and the application of knowledge*. Chicago: Rand McNally & Company.
- Rand, W. M. (1971). Objective criteria for the evaluation of clustering methods. *Journal of the American Statistical Association*, 66, 846–850.
- Reichel, H.-C. (1995). Hat die Stoffdidaktik Zukunft? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 27(6), 178–187.
- Schwill, A. (1993). Fundamentale Ideen der Informatik. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 25(1), 20–31.
- Schwill, A. (1994). Fundamental ideas of computer science. *EATCS Bulletin*, 53, 274–295.
- Ward, J. H. (1963). Hierarchical groupings to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236–244.
- Zendler, A., & Spannagel, C. (2008). Empirical foundation of central concepts for computer science education. *Journal of Educational Resources in Computing*, 8(2), Art. No. 6.

Zendler, A., Spannagel, C., & Klaudt, D. (2008a). Process as content in computer science education: empirical determination of central processes. *Computer Science Education (accepted)*.

Zendler, A., Spannagel, C., & Klaudt, D. (2008b). Zur Kombination von Inhalts- und Prozesskonzepten für den Informatikunterricht: eine empirische Grundlegung. *Notes on Educational Informatics – Section A: Concepts and Techniques*, 4(2), 1–18.