

Alltagsvorstellungen in der Informatik: Erhebungsmethodik und Implikationen für den Unterricht

Michael T. Rücker¹, Nils Pancratz², Carolin Gold-Veerkamp³, Niels Pinkwart⁴, Torsten Brinda⁵

Abstract: Ein zentrales Konzept jeder konstruktivistisch geprägten Auffassung von Lernen ist, dass das Vorwissen, die Präkonzepte und ggf. Fehlvorstellungen der Lernenden einen direkten Einfluss auf den Lernprozess haben: sowohl negativ als auch positiv. Speziell für die Informatik gilt, dass Lernende heutzutage von Beginn an in einer Welt aufwachsen, die von informatischen Artefakten und Systemen nahezu vollständig durchdrungen ist. Sie beobachten sie, interagieren mit ihnen und formen so Vorstellungen über ihre Funktionsweisen und Eigenschaften. Sie bilden somit bereits im Alltag und vor dem Beginn jeglicher Schulbildung kohärente Konzeptionen über zentrale Gegenstände und Inhalte der Informatik. Im Rahmen dieses Workshops werden zunächst verschiedene methodische Ansätze und erste Ergebnisse zu Erhebungen solcher Lernervorstellungen vorgestellt. Anschließend sollen diese anhand von drei Leitfragen verglichen und diskutiert werden: Welche Stärken und Schwächen haben die jeweils verwendeten empirischen Methoden bei der Erhebung von Lernervorstellungen in der Informatik? Wie können sie sich ggf. sinnvoll ergänzen? Welche Implikationen haben die erhobenen Vorstellungen für die Unterrichtspraxis?

Keywords: Konstruktivismus, Lernervorstellungen, Alltagsvorstellungen, Forschungsmethodik, Unterrichtspraxis

1 Alltagsvorstellungen in der Informatik

Informatische Artefakte, Produkte und Systeme sind heutzutage allgegenwärtig. Sie sind Teil der unmittelbaren sowie medialen Umwelt von Kindern und Jugendlichen. Sie beobachten sie, interagieren mit ihnen und formen so mentale Modelle und Konzeptionen darüber, wie diese Artefakte und Systeme funktionieren, welche Eigenschaften sie haben und wie sie ggf. zusammenhängen. Mit anderen Worten, sie formen bereits im Alltag kohärente Vorstellungen und Erklärungsmodelle für Dinge, die ihnen der Informatikunterricht vermitteln soll. Ein zentrales Konzept jeder konstruktivistisch geprägten Auffassung

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, rueckerm@informatik.hu-berlin.de

² Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Didaktik der Informatik, Uhlhornsweg 84, 26129 Oldenburg, nils.pancratz@uni-oldenburg.de

³ Hochschule Aschaffenburg, Fakultät Ingenieurwissenschaften, Würzburger Straße 45, 63743 Aschaffenburg, carolin.gold-veerkamp@h-ab.de

⁴ Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, pinkwart@informatik.hu-berlin.de

⁵ Universität Duisburg-Essen, Didaktik der Informatik, Schützenbahn 70, 45127 Essen, torsten.brinda@uni-due.de

von Lehren und Lernen ist, dass derartige Alltags- und ggf. Fehlvorstellungen einen signifikanten Einfluss auf den Lernprozess haben. Als „points of departure“ [Du07] bilden sie einerseits notwendige Voraussetzungen dafür, dass Lernen überhaupt stattfinden kann, können aber andererseits auch im Widerspruch zum Lernstoff stehen und den Lernprozess somit behindern. Es wird dann zwar gelernt, aber nicht unbedingt das, was beabsichtigt wurde.

Am ausführlichsten untersucht ist diese Thematik in der Didaktik der Naturwissenschaften. Duit hat hier eine ausführliche Bibliographie zusammengestellt [Du09]. Aber auch in der Informatik existiert ein zunehmendes Interesse und somit eine wachsende Literaturbasis zu Alltags- und Fehlvorstellungen [Be15, DWZ12, Kn11, Ra13, RP16, Se13]. Da es sich bei derartigen Vorstellungen um latente – d.h. nicht direkt beobachtbare – Konstrukte handelt, ist die Frage nach geeigneten Erhebungsmethoden von zentraler Bedeutung. Die Ansätze und somit auch die generierten Daten, die dazu in verschiedenen Arbeiten zum Einsatz kommen, rangieren von rein quantitativen und statistischen Verfahren [Be15], über Freitextfragebögen [Ra13] bis hin zu rein qualitativen und hoch interpretativen Interviewanalysen [Se13]. Die allgemeinen Stärken und Schwächen quantitativer und qualitativer Forschung sind hinreichend bekannt. Sie werden jedoch selten im konkreten Kontext ihrer jeweiligen Anwendung diskutiert. Letztlich schafft der konkrete Untersuchungsgegenstand weitere Anforderungen an ein Erhebungsinstrument. Angesichts dessen wird die Entscheidung für oder gegen eine bestimmte Methode leider nur selten explizit begründet oder gar im Vergleich zu möglichen Alternativen evaluiert. Welche Einsichten und Aussagen ermöglichen verschiedene methodische Ansätze überhaupt im konkreten Kontext der Erhebung von Lernervorstellungen? Sind einige Ansätze eventuell inhärent ungeeignet zur Erhebung derartiger latenter Konstrukte? Nicht zuletzt bleiben viele Arbeiten nach wie vor sehr vage bei der Frage, welche Konsequenzen ihre jeweils erhobenen Vorstellungen nun für die entsprechende Unterrichtspraxis haben.

Ziel dieses Workshops ist es, die Fragen nach geeigneten Erhebungsmethoden sowie der unterrichtlichen Relevanz von Lernervorstellungen in der Informatik weiterführend zu erörtern. Dazu sollen verschiedene methodische sowie inhaltliche Ansätze einander gegenübergestellt werden. Es soll herausgearbeitet werden, welche Vor- und Nachteile die jeweils angewandten Methoden im konkreten Kontext der Erhebung von Lernervorstellungen in der Informatik haben und wie sie sich ggf. komplementieren können. Nicht zuletzt soll diskutiert werden, welche Implikationen die jeweils erhobenen Vorstellungen nun für die Praxis des Informatikunterrichts oder -studiums haben.

2 Methodische Ansätze und erste Ergebnisse

Die im Folgenden vorgestellten Arbeiten wurden von den verschiedenen Co-Autor/innen dieses Beitrags bzw. innerhalb der jeweiligen Arbeitsgruppen an insgesamt vier verschiedenen deutschen Hochschulen unabhängig voneinander konzipiert und durchgeführt.

Ihnen liegen zwar einerseits sehr ähnliche Fragestellungen in Bezug auf Lernervorstellungen in der Informatik zugrunde. Sie verfolgen jedoch andererseits sehr unterschiedliche methodische Ansätze und ermöglichen daher verschiedene Perspektiven auf bzw. Einsichten in den Untersuchungsgegenstand.

2.1 Focus Interviews und Grounded Theory

Der erste Ansatz basiert auf der Theorie der konzeptuellen Kategorisierung [Mu04] und verwendet Focus Interviews und Methoden der Grounded Theory [Ch11] zur Erhebung von Schülervorstellungen zu informatischen Artefakten bzw. Geräten. Die zentrale Forschungsfrage ist: Welche technischen Geräte kategorisieren Schülerinnen und Schüler als „informatisch“ und wie gehen sie dabei vor?

Zur Beantwortung dieser Frage wurden 28 Schülerinnen und Schüler verschiedener Altersgruppen (Klasse 5 bis 13) und mit unterschiedlichem Wahlverhalten bzgl. des Informatikunterrichts individuell interviewt. In den Interviews wurden ihnen insgesamt 33 Bildkarten vorgelegt, auf denen verschiedene alltägliche und weniger alltägliche technische Geräte abgebildet waren, u.a. ein Taschenmesser, eine Plasmalampe, ein Toaster, ein Smartmeter, eine Waschmaschine, ein modernes Auto, ein Smartphone und der Curiosity Mars-Rover. Die Bilder waren nicht beschriftet. Den Proband/innen wurden folgende drei Aufgaben in unterschiedlicher Reihenfolge gestellt:

„Bitte lege all die Dinge zusammen in eine Gruppe, ...

- ...von denen du sagen würdest, dass sie mit *Informatik* zu tun haben oder dass ein Informatiker oder eine Informatikerin Ahnung davon hat oder sich damit beschäftigen würde.
- ...von denen du sagen würdest, dass sie eine Art *Computer* sind oder einen kleinen Computer enthalten.
- ...von denen du sagen würdest, dass sie *programmierbar* sind.“

Die Teilnehmenden wurden zudem angehalten, ihre Gruppierungen zu erläutern und zu begründen, warum sie welche Dinge zur Gruppe dazu gelegt haben oder nicht. Die Interviews wurden videographiert und anschließend transkribiert. Bei der Analyse und Interpretation der verschiedenen Gruppierungen und insbesondere der entsprechenden Argumentationsprozesse traten verschiedene Phänomene bzw. Vorstellungen hervor.

Für die Eingruppierung eines Artefaktes als *programmierbar* mussten in der Regel Eigenschaften wie Zeitmessung, Rechnen oder die Fähigkeit, auf bestimmte Bedingungen zu reagieren, vorhanden sein. Derartige Funktionen waren für die Lernenden häufig nicht unmittelbar transparent bzw. nachvollziehbar. Folglich musste irgendwas „dahinter stecken“ – eben ein Programm: „Ich weiß nicht, wie das sonst funktionieren soll.“ Simple Funktionen wie das Drehen eines Rotors oder das Erhitzen eines Drahtes waren leichter

nachvollziehbar: „Da sind keine großen Einstellungen dahinter. [...] Du drückst es runter und dann geht durch die Mechanik irgendwie die Wärme an.“

Für die Eingruppierung als *informatisch* oder *Computer* reichten aber auch die oben genannten Funktionen häufig nicht aus. Hier waren komplexere Fähigkeiten gefordert, wie Multifunktionalität, Adaptivität oder Netzwerkkommunikation. Die Funktionen einer Waschmaschine, die man nicht „umprogrammieren“ kann, „kann ein Steuerelektroniker machen, das muss jetzt kein Informatiker sein.“ Simple Programme, Schaltkreise, Platinen oder eingebettete Rechner wurden häufig als nicht mächtig genug wahrgenommen um als „echte“ Computer oder als informatisch angesehen zu werden.

2.2 Repertory Grid Interviews

Ein weiterer Ansatz befasst sich mit der Entwicklung, Durchführung und Analyse von *Repertory Grid Interviews*, um Schülervorstellungen von der Funktionsweise und dem Aufbau des Internets zu untersuchen. Basierend auf den allgemeinen Grundlagen von *Repertory Grid Interviews* [Fr95, Be85, Ke55] und inspiriert von den wenigen fachdidaktischen Untersuchungen, in denen die Methode bereits verwendet wurde [bspw. BLP03, Wi01, BJS98], befragten wir in einer ersten Untersuchung fünf 11- bis 13-jährige Schüler in Einzelinterviews. Dabei wurden den Versuchspersonen zwölf *Elemente* (*Internet, Computer, Server, Webseite, IP-Adresse, E-Mail, Kabel, Google, Daten, Router, (Daten-)Pakete* und *(Chat-)Programm*) vorgelegt, die zum einen das Grundgerüst an Begriffen ausmachen, die zu einer wissenschaftlichen Erklärung des Internets vonnöten sind, und zum anderen denjenigen Phänomenen und Artefakten entsprechen, die Jugendliche hauptsächlich mit dem Internet in Verbindung bringen. Zur Erhebung der *Konstrukte* wurden den Befragten iterativ je drei Elemente vorgelegt, mit der Aufforderung zu erörtern, inwiefern sich zwei dieser drei Elemente in einer Eigenschaft ähneln, in der sie sich vom dritten unterscheiden. Die Aussagen wurden auf Ton aufgezeichnet und in *Matrizen (Grids)*, die zum Ende der Interviews von den Versuchsteilnehmern vervollständigt wurden, festgehalten. Im Zuge der Auswertung wurden zusätzlich Liniendiagramme erstellt, mit denen sich die Strukturen der Repertory Grids ohne nennenswerten Informationsverlust grafisch darstellen lassen und Ordnungsstrukturen und Zusammenhänge leichter zugänglich gemacht werden können [He09, BLP03].

Ein Vergleich mit Ergebnissen vorheriger Untersuchungen [DWZ12, Se13] zeigte, dass es mit Hilfe der durchgeführten Repertory Grid Interviews möglich war, typische Fehlvorstellungen und Misskonzepte vor allem von Servern, IP-Adressen und Google und zum Aufbau des Internets festzustellen. Dies zeigt, dass die Repertory Grid Methode durchaus eine interessante Alternative zu herkömmlichen Methoden zur Forschung nach Schülervorstellungen darstellt. Weitergehende Forschungen zur Analyse von kognitiven Ordnungsstrukturen und – im Speziellen – Teil-Ganzes-Beziehungen, die Lernerinnen und Lerner von informatischen Artefakten herstellen, mit Hilfe der Repertory Grid Methode sind zum Zeitpunkt der Niederschrift dieses Artikels in Planung.

2.3 Halbstrukturierter Online-Fragebogen

Aufgrund der Relevanz von Schlagworten wie „Big Data“ und „Datenschutz“ für die informatische Bildung in Schulen und deren Bezug zum Thema „Datenbanken“ wurden im Rahmen einer empirischen Untersuchung [Te16] im Jahr 2016 Schülervorstellungen von relationalen Datenbanken untersucht. Zur Erhebung wurde ein halbstrukturierter Online-Fragebogen eingesetzt, welcher zum einen Fragen zu Vorstellungen von Datenbanken und deren Anwendung, zum anderen Fragen zu informatischen Phänomenen mit indirektem Datenbankbezug enthielt. Im Einzelnen wurde gefragt:

1. Sicherlich hast du schon einmal etwas von „Datenbanken“ gehört. Wie stellst du dir so eine Datenbank eigentlich vor? Beschreibe deine Vorstellungen bitte in wenigen Sätzen.
2. Datenbanken speichern alle möglichen Arten von Daten. Welche Eigenschaften einer Datenbank hältst du für besonders wichtig?
3. Im Alltagsleben spielen Datenbanken eine wichtige Rolle. Nenne bitte einige Beispiele, wo dir in deinem täglichen Leben Datenbanken begegnen.
4. Im Folgenden werden dir sechs Situationen beschrieben, die du vielleicht selber schon erlebt hast. Erkläre bitte jeweils kurz, wie es dazu gekommen ist!

Exemplarisch werden zwei dieser Situationen angegeben:

- Du möchtest dir bei einem Onlinehändler (z.B. Amazon) eine neue Smartphone-Hülle kaufen. Unten auf der Seite siehst du die Mitteilung: „Kunden, die diese Hülle kauften, haben auch gekauft.“
- Du bist auf einem Ausflug in einer fremden Stadt unterwegs. Dein Smartphone zeigt dir an, wo es in deiner unmittelbaren Umgebung die nächste Eisdielen gibt.

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring und lieferte in induktiver Vorgehensweise drei verschiedene Kategoriensysteme zu verschiedenen Aspekten der Betrachtung der Thematik. Besonders interessant ist das Kategoriensystem zur ersten Frage, welches die Struktur des ANSI/SPARC 3-Ebenen-Modell von Datenbankmanagementsystemen widerspiegelt. Dabei werden interne, konzeptuelle und externe Aspekte unterschieden und zwar einmal aus informatisch-fachlicher Sicht und einmal aus Sicht deren lebensweltlicher Entsprechung.

2.4 Halbstrukturierte Interviews

Gemäß den Ergebnissen der jährlichen JIM-Studien (www.mpfs.de) kann im Jahr 2017 von einer nahezu flächendeckenden Verbreitung und recht intensiven, täglichen Nutzung von Smartphones durch Jugendliche ausgegangen werden. Smartphones werden schon seit einiger Zeit in der informatischen Bildung sowohl als Medium, als auch als Unterrichtsgegenstand betrachtet. Entwicklungen wie der MIT App Inventor nutzen die große Popularität für die Initiierung von Informatikinteresse aus. Für entsprechenden Unterricht nach dem Modell der didaktischen Rekonstruktion ist es deshalb wünschenswert, genauere

Kenntnisse über Schülervorstellungen in diesem Bereich zu erhalten. In einer empirischen Untersuchung [Br16] wurde deshalb eine explorative Studie zu Schülervorstellungen von Smartphones durchgeführt mit dem Ziel, einen ersten Überblick über bestehende Vorstellungen zu erhalten. Dazu fanden zwölf halb-strukturierte Interviews mit einer Reihe von Gymnasialschülern statt. Inhaltliche Schwerpunkte der Interviews waren:

- drahtlose Netzverbindung (Netzwerkstruktur von Mobilfunknetzen, Adressierung in Mobilfunknetzen, Übertragungsmedium, Handover, Internetprotokoll)
- Apps (Definition, Aufruf, Herkunft, Installation)
- Steuerung mittels Touchscreens (Bedienelemente, Touchscreen, Programmarchitektur)
- kompakte Bauart (Kompaktheit der Hardware, technische Grenzen)

Acht der Interviews wurden ausgewählt, transkribiert und einer strukturierenden, qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring unterzogen. Die Kategorienbildung erfolgte deduktiv, basierend auf den Schwerpunkten des Interviewleitfadens. Innerhalb der Kategorien wurden inhaltlich zusammengehörige Vorstellungen zusammengefasst.

2.5 Spezielle Items

Basierend auf einer Arbeit zur Untersuchung von Kategorisierungsstrategien in der Biologie wurde eine empirische Studie durchgeführt, in welcher Schülerinnen und Schüler verschiedener Altersgruppen dazu aufgefordert wurden, rund 20 Begriffe aus der Informatik (darunter: Computer, Internet, Roboter, Bildschirm, YouTube, Festplatte etc.) durch verschiedenfarbige Unterstreichung Kategorien zuzuordnen und diese Kategorien dann anschließend selbst zu benennen. Vorschläge für fünf Farben und damit fünf Kategorien waren angegeben, ferner Platz für eine weitere Kategorie. Darüber hinaus wurden die Teilnehmenden gefragt, welche Begriffe ihrer Meinung nach in der Liste fehlten und welche ihrer Meinung nach nicht kategorisierbar waren.

Insgesamt wurden über 400 Fragebögen erfasst und die erstellten Kategorien im Hinblick auf Begriffszuordnungen sowie erkennbare Kategorisierungsstrategien analysiert. Eine weiterführende Analyse mittels Clusteranalyse ist zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Textes in Vorbereitung.

2.6 Pretest und Grounded Theory

Betrachtet man die Hochschulbildung, könnte man vermuten, dass Lernende ein differenzierteres Bild der Informatik besitzen, da sie sich – vermeintlich – bewusst für ein informatiknahes Studium entschieden haben. In diesen Studiengängen besitzt v. a. das Software Engineering (SE) einen hohen Stellenwert.

Das zunehmende wissenschaftliche Interesse an Schülervorstellungen in der Informatik

(vgl. Kap. 1) lässt sich kaum auf SE übertragen [Su10, Iv06]. Daher gilt es, eine explorative Grundlagenforschung basierend auf der Grounded Theory [Ch11] mit der Frage „Welche Vorstellungen haben Studierende zu Software Engineering?“ zu begründen.

In einem Pretest wurden Erstsemester⁶ (N = 217) implizit gebeten zu unterscheiden: „Bitte beschreiben Sie die nachfolgenden drei Begriffe (Informatik, Programmieren und SE) so genau wie möglich mit Ihren eigenen Worten.“ Die handschriftlichen Freitexte wurden im Nachhinein digitalisiert und offen kodiert [Ch11].

Bei der anschließenden Analyse fällt auf, dass...

- ... quantitativ gesehen, beim Begriff „SE“ die wenigsten Antworten – unabhängig vom Studienfach – gegeben wurden. So haben 18 %⁷ das Freitextfeld leer gelassen.
- ... der Terminus Informatik mit dem *Computer/Rechner/PC*, der Tätigkeit des *Programmierens* und mit der *Daten-/Informationsverarbeitung* assoziiert wurde.
- ... der Begriff Informatik umschrieben werden kann als „*Allgemein alles, was mit Software zu tun hat*“ oder „*Alles, was mit Computern zu tun hat*“.
- ... die Beschreibung der Studierenden zu SE zeigt, dass damit ein *Entwicklungsprozess* gemeint ist, dessen Ergebnis eine *Software* ist, die *programmiert* wird. Vergleicht man dies mit der Erklärung zum Programmieren, fallen kaum Unterschiede auf: Hier entsteht ebenfalls eine *Software* durch die Tätigkeit des *Schreibens* mittels einer *Programmiersprache*.⁸ Zudem wird hier ebenfalls eine *Entwicklungstätigkeit* einbezogen.

Es lassen sich demnach einige Schlussfolgerungen ziehen:

- Es scheint, dass viele Studierende keine konkrete Vorstellung von SE haben.
- Außerdem scheinen die Studierenden, die über ein Bild von SE verfügen, keine großen Unterschiede zum Programmieren aufzeigen zu können.
- Weiterhin könnte man inferieren, dass Informatik für viele Studierende ein Oberbegriff für Computer, Software etc. darstellt.

Um validere Aussagen treffen zu können, sollten weitere Gruppen befragt werden, z. B. Studierende der Informatik/Ingenieurwissenschaften anderer Hochschulen. Somit wäre es möglich die bisherigen Daten in Form einer Querschnittstudie auszuweiten.

⁶ Studiengänge: Mechatronik (N = 80), Elektro- und Informationstechnik (N = 48) und Informatik (N = 89).

⁷ Im Vergleich dazu haben 100 % der Befragten den Begriff Programmieren beschrieben und nur 6 % keine Antworten zum Fachwort Informatik gegeben.

⁸ Umfasst sowohl Nennungen des Überbegriffs wie auch einzelner konkreter Sprachen (z. B. C, C++, Java).

3 Aufbau des Workshops

Im Rahmen des Workshops sollen die oben angeführten Arbeiten zunächst in Form von etwa 10-minütigen Kurzvorträgen etwas genauer vorgestellt und vor allem auch mittels konkretem Datenmaterial illustriert werden. Der Workshop ist zudem offen für weitere Beiträge von anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die ihre eigenen Ansätze oder auch eigene Erfahrungen aus der Praxis präsentieren und zur Diskussion stellen wollen.

Im Anschluss sollen alle präsentierten Beiträge hinsichtlich der bereits genannten Leitfragen verglichen und diskutiert werden:

1. Was sind allgemeine Stärken und Schwächen der verschiedenen Ansätze hinsichtlich der Erhebung von Lernervorstellungen in der Informatik?
2. Wie unterscheiden sich die Ansätze hinsichtlich der Qualität der Aussagen, die auf ihrer Basis über Lernervorstellungen möglich sind und wie können sie sich gegebenenfalls ergänzen?
3. Welche Implikationen haben die vorgestellten Lernervorstellungen für die Praxis des Informatikunterrichts bzw. -studiums?

Literaturverzeichnis

- [Be85] Beail, Nigel: Repertory Grid Technique and personal constructs: applications in clinical & educational settings. Croom Helm, London [et.al.], 1985.
- [Be15] Bergner, Nadine: Konzeption eines Informatik-Schülerlabors und Erforschung dessen Effekte auf das Bild der Informatik bei Kindern und Jugendlichen. Dissertation, RWTH Aachen, 2015.
- [BJS98] Baxter, Irene A.; Jack, Frances R.; Schröder, Monika J.A.: The use of Repertory Grid Method to elicit perceptual data from primary school children. *Food Quality and Preference*, 9(1 - 2): S. 73–80, 1998.
- [BLP03] Bruder, Regina; Lengnink, Katja; Prediger, Susanne: Wie denken Lehramtsstudierende über Mathematikaufgaben? Ein methodischer Ansatz zur Erfassung subjektiver Theorien mittels Repertory-Grid-Technik. *Mathematica Didactica*, 1(26): S. 63–85, 2003.
- [Br16] Braun, Friederike Victoria: Schülervorstellungen von Smartphones. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien/Gesamtschulen. Universität Duisburg-Essen, 2016.
- [Ch11] Charmaz, Kathy: *Constructing Grounded Theory*. SAGE Publication, 1. Aufl., 2011.
- [Du07] Duit, Reinders: Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 3-15, 2007

- [Du09] Duit, Reinders: Bibliography: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education, 3 2009. Last accessed: 07.11.2016.
- [DWZ12] Diethelm, Ira; Wilken, Henning; Zumbrägel, Stefan: An investigation of secondary school students' conceptions on how the Internet works. In: Proceedings of the 12th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. ACM, S. 67–73, 2012.
- [Fr95] Fromm, Martin: Repertory Grid Methodik: ein Lehrbuch. Weinheim: Dt.-Studien-Verl., 1995.
- [He09] Helmerich, Markus Alexander: Liniendiagramme in der Wissenskommunikation - Eine mathematisch-didaktische Untersuchung. Dissertation, Technische Universität, Darmstadt, 2009.
- [Iv06] Ivins, Jim; von Kinsky, Brian R.; Cooper, David; Robey, Michael: "Software Engineers and Engineering: A Survey of Undergraduate Preconceptions" In: Frontiers in Education. 36th Annual Conference, S. 6-11, 2006.
- [Ke55] Kelly, George A.: The psychology of personal constructs. Norton, New York, 1955.
- [Kn11] Knobelsdorf, Maria: Biographische Lern- und Bildungsprozesse im Handlungskontext der Computernutzung. Dissertation, FU Berlin, 2011.
- [Mu04] Murphy, Gregory L.: The Big Book of Concepts. MIT Press, 2004.
- [Ra13] Rabel, Magnus: Grundvorstellungen zu Klassen und Objekten. In: Breier, Norbert; Stechert, Peer; Wilke, Thomas: Informatik erweitert Horizonte. Köllen, Bonn, S. 57–66, 2013.
- [RP16] Rücker, Michael T.; Pinkwart, Niels: Review and Discussion of Children's Conceptions of Computers. Journal of Science Education and Technology, 25(2), 2016.
- [Se13] Seifert, Oliver; Sauck, Tony; Schwarzbach, Maximilian; Lerch, Christopher; Weinert, Martin; Knobelsdorf, Maria: "Ich glaube, Google ist so was wie eine Vorhalle des Internets" – Erste Ergebnisse einer qualitativen Untersuchung von Schüler-vorstellungen von der Suchmaschine Google. In: Breier, Norbert; Stechert, Peer; Wilke, Thomas: Informatik erweitert Horizonte. Köllen, Bonn, S. 45–56, 2013.
- [Su10] Sudol, Leigh Ann; Jaspan, Ciera: "Analyzing the Strength of Undergraduate Misconceptions About Software Engineering" In: Sixth International Workshop on Computing Education Research, ser. ICER '10. New York, NY, USA: ACM, S. 31–40, 2010.
- [Te16] Terjung, Torsten: Schülervorstellungen von relationalen datenbanken: Eine empirische Untersuchung. Masterarbeit. Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Wirtschafts-wissenschaften, 2016.
- [Wi01] Williams, Steven R.: Predications of the Limit Concept: An Application of Repertory Grids. Journal for Research in Mathematics Education, 32(4): S. 341–367, 2001.