

Entwicklung eines methodologischen Verfahrens zur Ermittlung von informatischen Kompetenzen

Christina Dörge

mdc.de GmbH & Co. KG
Anne-Conway-Str. 5
28359 Bremen
cd@mdc.de

Abstract: Der traditionelle Weg in der Informatik besteht darin, Kompetenzen entweder normativ durch eine Expertengruppe festzulegen oder als Ableitungsergebnis eines Bildungsstandards aus einem externen Feld. Dieser Artikel stellt einen neuartigen und alternativen Ansatz vor, der sich der Methodik der Qualitativen Inhaltsanalyse (QI) bedient. Das Ziel war die Ableitung von informatischen Schlüsselkompetenzen anhand bereits etablierter und erprobter didaktischer Ansätze der Informatikdidaktik. Dazu wurde zunächst aus einer Reihe von Informatikdidaktikbüchern eine Liste mit möglichen Kandidaten für Kompetenzen generiert. Diese Liste wurde als QI-Kategoriensystem verwendet, mit der sechs verschiedene didaktische Ansätze analysiert wurden. Ein abschließender Verfeinerungsschritt erfolgte durch die Überprüfung, welche der gefundenen Kompetenzen in allen vier Kernbereichen der Informatik (theoretische, technische, praktische und angewandte Informatik) Anwendung finden. Diese Methode wurde für die informatische Schulausbildung exemplarisch entwickelt und umgesetzt, ist aber ebenfalls ein geeignetes Vorgehen für die Identifizierung von Schlüsselkompetenzen in anderen Gebieten, wie z. B. in der informatischen Hochschulausbildung, und soll deshalb hier kurz vorgestellt werden.

1 Einleitung

Das Thema „Kompetenz“ markiert in Deutschland eine Abkehr von zu unterrichtenden Inhalten hin zu der zu erziehenden Person. In der Gestaltung von Bildungsstandards ist dieser Prozess deutlich zu erkennen. Dabei verlagerte sich der Schwerpunkt bei Bildungsstandards von der Input-Orientierung hin zur Output-Orientierung. Heute sind die Bildungsstandards der KMK (Kultusministerkonferenz, siehe <http://www.kmk.org/>) daher output-orientiert. Sie konzentrieren sich auf Kompetenzen und Fähigkeiten, die Schülerinnen und Schüler innerhalb eines bestimmten Ausbildungs-Zyklus erlangen sollen.

Die Forderung nach Vermittlung von Kompetenzen ist durch die Bologna-Deklaration auch in der Hochschulausbildung angekommen. Allerdings scheint die Suche nach den Kompetenzen, die Informatiker am Ende ihres Studiums besitzen sollen, längst noch nicht abgeschlossen. In Amerika hingegen gibt es einen entsprechenden Entwurf (z. B. [ABET11]).

Was in den 70er Jahren als Diskussion über „Schlüsselqualifikationen“ begann, ist mittlerweile zu einer Diskussion über Schlüsselkompetenzen und Kompetenzen geworden. Die Definitionen und Verwendungen der Begriffe sind dabei manchmal gleich, manchmal unterschiedlich, oder es gibt überhaupt keine nähere Erklärung des Begriffes. Auch unterscheiden sie sich oft in ihrem Detaillierungsgrad. Einen Überblick über diese Debatte lässt sich in einem früheren Artikel nachlesen, in dem ich sowohl auf die deutschen Aspekte der Diskussion eingehe, wie auch auf die englischsprachige Diskussion [Dör10].

Kompetenz-Kataloge können auf unterschiedliche Weise erzeugt werden, z. B. auf normative Weise als Resultat einer Debatte unter Experten oder als Ableitung eines Bildungsstandards eines Nicht-Informatik-Feldes. So wurden z. B. die Bildungsstandards für die schulische Informatikausbildung in Deutschland von den amerikanischen Bildungsstandards für Mathematik abgeleitet, wie sie von der „National Council of Teachers of Mathematics“ (NCTM) erstellt wurden (vgl. [GI08], S. 2).

In einem normativen Generierungsprozess von Kompetenzlisten ist es wahrscheinlich, dass nur diejenigen Kompetenzen Einzug halten, die von den beteiligten Experten als wichtig erachtet werden. Die Suche nach einem objektiveren Weg, mit dem auch sichergestellt werden kann, dass keine wichtige Kompetenz dabei ausgelassen wurde, erscheint zunächst unmöglich. Schließlich sind alle Bücher, Artikel und andere Quellen irgendwann einmal normativ entstanden oder ebenfalls hergeleitet. Allerdings können qualitative Forschungsmethoden neues Licht auf das Quellmaterial werfen: Wenn eine qualitative Analyse auf einem ausreichend großen Querschnitt an Arbeiten von Experten angewendet wird, wird das Ergebnis nicht-normativ sein, weil nur die Kompetenzen in der Analyse bestehen bleiben, die durch die Zeit oder Menge hinweg genannt worden sind.

Aus diesem Grund habe ich in meiner Dissertation (vgl. [Dör12a]) einen qualitativen Ansatz gewählt: Als erstes wurden dafür Lehrbücher aus der Informatikdidaktik herangezogen, um eine Liste von Kompetenzen herauszuarbeiten. Diese Liste wurde als Kategoriensystem gestaltet, wie es in der Qualitativen Inhaltsanalyse (QI) benötigt wird. Im nächsten Schritt wurde dieses Kategoriensystem dazu verwendet, um didaktische Ansätze der Informatikdidaktik zu analysieren. Die Kompetenzen, die sich über alle fachdidaktischen Ansätze hinweg erhielten, wurden als *informatische Kompetenzen* betitelt. Im letzten Schritt wurde überprüft, welche dieser Kompetenzen Relevanz in allen Kernbereichen der Informatik besitzen (theoretische, praktische, angewandte und technische Informatik). Die daraus resultierenden Kompetenzen erhielten den Titel *Informatische Schlüsselkompetenzen*. Diese können für die hochschulcurriculare Entwicklungen und Entscheidungen eine wichtige Grundlage liefern, da dieses Verfahren auch auf andere Bereiche übertragbar ist.

Im Folgenden möchte ich eine kurze Übersicht über die entwickelte Methodik und deren Ergebnisse vorstellen. Die Definitionen der mit Hilfe der hier vorgestellten Methodik gefundenen 24 *Informatischen Schlüsselkompetenzen* (s. Tabelle 1) werden in [Dör12a] gegeben und ausführlich diskutiert.

2 Qualitative Inhaltsanalyse

Die Qualitative Inhaltsanalyse (QI) ist eine Methode zur Analyse von Textdokumenten. Obwohl die QI eine qualitative Methode ist, beinhaltet sie auch quantitative Aspekte. Nach Mayring bestehen die Vorteile der QI, gegenüber anderen qualitativen Methoden, in den folgenden Punkten (vgl. [May03], [May00]):

- Die Analyse erfolgt in festgelegten Schritten.
- Es werden für die Textinterpretation Kategorien verwendet, die durch Beschreibungen oder Definitionen festgelegt sind.
- Das ganze Verfahren muss zusätzlich nachvollziehbar sein: Unabhängige Forscher müssen in der Lage sein, die Analyse zu wiederholen. Dies wird als „Intracoderreliabilität“ bezeichnet.

3 Besonderheiten der angewandten Methodik

Die QI bietet eine Zugriffsmöglichkeit auf Information, die im analysierten Material vorhanden ist. Für die Ermittlung der *informatischen Schlüsselkompetenzen* wurde das folgende Vorgehen festgelegt:

- Aufstellen der Forschungsfrage.
- Erstellen eines Kategoriensystems, das sich nah an der Forschungsfrage hält. In unserem Fall wurden Informatikdidaktikbücher verwendet.
- Festlegen der Codiervorschriften. In unserem Falle wurden kurze Definitionen und Beschreibungen festgelegt, die ebenfalls aus Informatikdidaktikbüchern abgeleitet wurden.
- Erstellung eines Bewertungsschemas. Mit diesem Schema werden später Punkte den markierten Inhalten zugewiesen. In unserem Fall wurde eine gewichtete Inhaltsanalyse verwendet, die als „Intensität-Analyse“ bezeichnet wird (vgl. [May03], S. 15).
- Wahl des Untersuchungsmaterials für die Analyse. In unserem Falle wurden dazu wissenschaftliche Veröffentlichungen der verschiedenen didaktischen Ansätze der Informatik verwendet.

Das in dieser Arbeit verwendete Verfahren weicht vom Standardverfahren ab, welches normalerweise sowohl die Erstellung des Kategoriensystems wie auch die eigentliche Analyse am selben Material vornimmt. Nachfolgend wird beschrieben, wie dies stattdessen gemacht wurde.

4 Entwicklung des Kategoriensystems

Das Kategoriensystem wurde aus Lehrbüchern der Informatikdidaktik entwickelt. Diese Bücher stammen von den Autoren R. Baumann [Bau96], S. Hubwieser [Hub00], S. Schubert & A. Schwill [SS04] und L. Humbert [Hum06]. Obwohl alle diese Bücher denselben Titel tragen, legen sie doch unterschiedliche Schwerpunkte auf Themen und Inhalte. Somit kommen sie zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen über das, was in der informatischen Schulausbildung gelehrt werden sollte.

Immer, wenn ein Autor ein Lernziel oder Inhalt als wichtig angegeben hat, wurde dieses zur Kompetenz umformuliert. So wurde z. B. aus der Beschreibung „ist in der Lage, Software zu entwickeln“ die „Software-Entwicklungskompetenz“. Die entsprechenden Passagen in den Didaktikbüchern wurden auch dazu verwendet, eine erste Beschreibung der Kompetenzen vorzunehmen. Diese Beschreibung wurde als Grundlage für das Kategoriensystem verwendet.

5 Die Inhaltsanalyse

Für die Qualitative Inhaltsanalyse wurden Bücher und Artikel verwendet, die in Kreisen der Informatikdidaktik den didaktischen Ansätzen zugeordnet sind: (1) Hardwareorientierter Ansatz, (2) Algorithmusorientierter Ansatz, (3) Anwendungsorientierter Ansatz, (4) Benutzerorientierter Ansatz, (5) Ideenzentrierter Ansatz (Fundamentale Ideen), (6) Informationsorientierter Ansatz und (7) Systemorientierter Ansatz.

Der Ideenzentrierte Ansatz wurde aus der Auswertung herausgenommen, da das Konzept der Fundamentalen Ideen (FI) keine Lernziele definiert, sondern vielmehr ein Werkzeug zur Analyse von Lernzielen darstellt (siehe [SS04], [Sch93] und [Bru60]). Außerdem sind die Fundamentalen Ideen in den Informationszentrierten Ansatz eingeflossen (vgl. [Hub00], S. 82f.).

6 Ergebnisse und Verfeinerung

Für die verbleibenden sechs didaktischen Ansätze für die QI wurde das Bewertungsschema wie folgt gestaltet: Eine direkt angesprochene Kompetenz bekommt zwei Punkte, eine indirekt angesprochene Kompetenz einen Punkt und ein halber Punkt ging an die Fälle, in denen angenommen wurde, dass eine bestimmte Kompetenz angesprochen oder benötigt wurde.

In einem ersten Verfeinerungsschritt wurden alle die Kompetenzen ausgeschlossen, die nicht in jedem didaktischen Ansatz vorkamen. In einem zweiten Verfeinerungsschritt sind die Kompetenzen ausgeschlossen worden, die nicht in allen Kernbereichen der Informatik relevant sind. Für diesen Schritt wurde die übliche Unterteilung in angewandte, praktische, technische und theoretische Informatik verwendet (vgl. [Rec91],

S. 12). Die übrigen Kompetenzen bekamen die Bezeichnung *Informatische Schlüsselkompetenzen*.

Es ist wenig überraschend, dass die *Problemlösekompetenz* zu denjenigen Kompetenzen gehört, die die meiste Punktzahl erreicht haben (s. Tabelle 1): Die meisten der Autoren der Informatikdidaktikbücher haben der Problemlösekompetenz zusätzliche Seiten gewidmet (siehe z. B. [SS04], S. 103; [Hum06], S. 166; [Hub00], S. 68). Zusammen mit *Problemlösungskompetenz* erscheinen das *Algorithmische Denken*, die *Software-EntwicklungsKompetenz*, das *Formale Denken* und einige andere. Es ist davon auszugehen, dass diese Kompetenzen einen besonderen Platz einnehmen und so eine wichtige Rolle spielen bei den *informatischen Schlüsselkompetenzen*.

Punkte	Informatische Schlüsselkompetenzen
12	Algorithmisches Denken, Genetisches Lernen / Historische Kompetenz, Heuristische Kompetenz, Problemlösekompetenz, Software-Entwicklungs-Kompetenz, Strukturiertes Denken, Anwenderkenntnisse, Formales Denken
11	Entwurfskompetenz, Reflektionskompetenz
10,5	Analytisches Denken, Beurteilungskompetenz, Methodenkompetenz, Modellbildungskompetenz, Sprachliche Kompetenz (formal), Systematisches Denken, Theoretisches Denken
10	Auswirkungen auf die Gesellschaft
9.5	Mathematische Kompetenz, Simulationskompetenz
9	Abstraktes Denken, Sachkompetenz, Sprachliche Kompetenz (natürlich)

Tabelle 1: Informatische Schlüsselkompetenzen

7 Schluss

Das Ziel dieser Arbeit war zu zeigen, wie Schlüsselkompetenzen in der Informatik ohne Rückgriff auf normative Methoden anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse abgeleitet werden können. Sechs didaktische Ansätze wurden analysiert, um eine Liste von Kompetenzen zu generieren. Nach zwei weiteren Verfeinerungsschritten erhielten wir *informatische Schlüsselkompetenzen*.

Da das beschriebene Verfahren gewährleistet, dass die erhaltenen Schlüsselkompetenzen von maximaler Wichtigkeit im untersuchten Material sind, hat die resultierende Liste

von Schlüsselkompetenzen einen besseren Anspruch auf Objektivität als seine Vorgänger, die entweder normativ konstruiert oder aus Bereichen außerhalb der Informatik abgeleitet waren.

Die abgeleiteten Schlüsselkompetenzen können verwendet werden, um bestehendes Kursmaterial zu analysieren (z. B. welche Kompetenzen werden gefördert?) oder als Ausgangspunkt für die Entwicklung von Kompetenzmodellen bzw. Bildungsstandards (siehe z. B. [Dör12b]). Die hier vorgestellte Methode lässt sich auch auf andere Gebiete und Bereiche übertragen und kann somit eine Grundlage für die Fragen bereiten, welche Kompetenzen in der informatischen Hochschulausbildung vermittelt werden und vermittelt werden sollten. Hierzu wäre eine Analyse bestehender Konzepte und Materialien sinnvoll, sogar universitätsübergreifend, um auf diese Weise herauszuarbeiten, welche Kompetenzen für eine informatische Hochschulausbildung wirklich wichtig sind.

Literatur

- [ABET11] ABET Computing Accreditation Commission: Criteria for Accrediting Computing Programs. Effective for Reviews During the 2012–2013 Accreditation Cycle. 2011. – URL <http://www.abet.org/accreditation-criteria-policies-documents/> (12/2012)
- [Bau96] Baumann, R.: *Didaktik der Informatik*. 2. Auflage. Klett Verlag, Stuttgart, 1996.
- [Bru60] Bruner, J. S.: *The process of education*. Cambridge, Mass. 1960.
- [Dör10] Dörge, C.: Competencies and Skills: Filling Old Skins with New Wine. In (Reynolds, N., Turcsányi-Szabó, M., Hrsg.): *Key Competencies in the Knowledge Society (KCKS '10)*. IFIP AICT, Vol. 324. Springer, Berlin, 2010; S. 78–89.
- [Dör12a] Dörge, C.: *Informatische Schlüsselkompetenzen – Konzepte der Informationstechnologie im Sinne einer informatischen Allgemeinbildung*. Dissertationschrift. Universität Oldenburg, 2012.
- [Dör12b] Dörge, C.: Entwicklung eines Kompetenzrahmenmodells für die universitäre Lehre. In (Forbrig, P., Rick, D., Schmolitzky, A.): *HDI 2012 – Informatik für eine nachhaltige Zukunft*. Universitätsverlag Potsdam, Potsdam, 2012; S. 91–97 (in diesem Band).
- [GI08] Gesellschaft für Informatik (GI). Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. In: *Log In* Heft 150/151, 28. Jahrgang, 2008; Heftbeilage.
- [Hub00] Hubwieser, P.: *Didaktik der Informatik – Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. Springer, Berlin, 2000.
- [Hum06] Humbert, L.: *Didaktik der Informatik – Mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial*. Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006.
- [Kai87a] Kaiser, H.: Informationstechnische Bildung an Berliner Gesamtschulen (Teil 1). In: *Log In* 7(1), 1987; S. 6–8.
- [May03] Mayring, P.: *Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken*. 8. Auflage, Beltz, Weinheim, 2003.
- [May00] Mayring, P.: Qualitative Content Analysis. In: *Forum: Qualitative Social Research* Vol. 1, No. 2, Art. 20, 2000.
- [Rec91] Rechenberg, P.: *Was ist Informatik? Eine allgemeinverständliche Einführung*. Hanser, München, 1991.
- [SS04] Schubert, S. und Schwill, A.: *Didaktik der Informatik*. Spektrum, Heidelberg, 2004.
- [Sch93] Schwill, A.: Fundamentale Ideen der Informatik. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)* 25(1), 1993; S. 20–31.