

Informatische Literalität nach dem PISA-Muster

Hermann Puhlmann
Lehrstuhl für Informatik II
Universität Erlangen
puhlmann@ic4life.net

Abstract: In diesem Beitrag wird der Literacy- oder Grundbildungsbegriff der PISA-Studie auf die Informatik übertragen. Dazu wird eine Unterscheidung in Kompetenzklassen eingeführt, die Arten informatischer Tätigkeit beschreiben. Anhand von Beispiel-Testitems werden diese Kompetenzklassen operationalisiert.

1 Informatik und PISA

In jüngster Zeit hat nichts die Bildungslandschaft so sehr aufgerüttelt wie die Ergebnisse der PISA-Studie (Programme for International Student Assessment) der OECD [Ba01]. In der PISA-Studie wurden Kompetenzen 15-jähriger Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften untersucht. In einer umfangreichen Begleiterhebung wurden auch schulische, soziale und kulturelle Merkmale der Testpersonen erfasst. Hierbei wurde auch erfragt, in welchem Umfang die Testpersonen Computer und das Internet nutzen. Insofern ging die Nutzung des Mediums Computer als „kulturelles Kapital“ in die Untersuchung mit ein. Aussagen zur informatischen Kompetenz der Testpopulation können jedoch nicht gemacht werden, da dies nicht zum Untersuchungsgegenstand von PISA 2000 gehört.

Obwohl Informatik also nicht Thema von PISA ist, kann der PISA-Ansatz zur Bestimmung von Kompetenzen Jugendlicher beispielhaft für die Informatik-Didaktik sein. So verzichtet PISA (anders als noch TIMSS [BBL00]) von vorne herein darauf, nach einem gemeinsamen „Kerncurriculum“ der am Test beteiligten Nationen zu suchen, auf dessen Inhalte sich die Testfragen beziehen. Statt dessen werden Aufgaben gestellt, die 15-jährige (je nach Schwierigkeitsgrad unterschiedlich gut) beantworten können sollten, um an einer weiteren schulischen oder beruflichen Ausbildung und am gesellschaftlichen Leben erfolgreich und aktiv teilhaben zu können.

Möchte man die informatischen Kompetenzen von Jugendlichen untersuchen, so mag dieses Vorgehen auch auf nationaler Ebene angesichts der unterschiedlichen Entwicklung des Schulfaches Informatik in den Bundesländern sogar der einzig gangbare Ansatz sein. Da informatische Bildung (noch?) nicht in allen Schulsystemen für alle Schüler verankert ist, wird man untersuchen müssen, welche Informatik-Kompetenzen Schüler trotz, wegen oder unabhängig von der Schule haben.

Dieser Artikel soll hierzu in folgenden Schritten beitragen: Zunächst wird der Grundbildungs- oder Literacy-Ansatz von PISA für den Bereich Mathematik skizziert, dann wird ein analoger theoretischer Rahmen für die Informatik entworfen, und schließlich werden Vorschläge zur Operationalisierung dieses Rahmens durch die Angabe von Testaufgaben gemacht.

2 Mathematische Grundbildung bei PISA

Das internationale Rahmenkonzept von PISA verwendet den Begriff „Mathematical Literacy“, um die Art der untersuchten mathematischen Kompetenzen festzulegen. Grob gesprochen ist Mathematical Literacy die Fähigkeit, „die Rolle, die Mathematik in der Welt spielt, zu erkennen und zu verstehen, begründete mathematische Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit Mathematik zu befassen, die den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens einer Person als eines konstruktiven, engagierten und reflektierenden Bürgers entspricht [OECD99, S. 41].“ In der deutschen PISA-Berichterstattung wird der Begriff „Mathematische Grundbildung“ verwendet, der gegenüber dem angelsächsischen Literacy-Begriff etwas weiter gefasst ist, da hierzu auch gehört, Mathematik als „deduktiv geordnete Welt eigener Art“ [Wi95] zu sehen.

Es würde zu weit führen, die Nuancen der Begriffe Literacy und Grundbildung hier zu diskutieren. Dazu sei auf [Ba01, S. 139 ff.] verwiesen. Wichtig ist jedoch, dass Grundbildung nicht elementare Grundfertigkeiten meint, sondern durchaus auch das verständige Anwenden mathematischer Kenntnisse in inner- und außermathematischen Situationen sowie das Kommunizieren mathematischer Sachverhalte.

Die Arten mathematischer Anforderungen und damit die Testaufgaben wurden im internationalen Teil von PISA in drei Kompetenzklassen eingeteilt, die für den umfassenderen nationalen Teil der Erhebung in diese fünf Klassen differenziert wurden (nach [Kn02]:)

Klasse 1A: Zu dieser Klasse gehören Aufgaben, die nur *technische Fertigkeiten* und/oder den Abruf von *Faktenwissen* erfordern.

Klasse 1B: Zu dieser Klasse gehören Aufgaben, die eine *einschrittige Modellierung* erfordern, was oft direkt auf einen Algorithmus führt.

Klasse 2A: Zur Lösung ist überwiegend ein einziger *begrifflicher* Schritt erforderlich.

Klasse 2B: Die Struktur der *Modellierung* ist *mehrschrittig* in dem Sinn, dass bei der Lösung Wissen aus mehreren mathematischen Zusammenhängen einzusetzen ist oder mehrfach gleichartige Schritte vorzunehmen sind.

Klasse 3: Diese Klasse umfasst Aufgaben, deren Lösung einsichtsvolles mathematisches Denken, Begründen und/oder strukturelles Verallgemeinern erfordert.

Quer zu dieser Klassifizierung der Aufgaben (Items) liegt die Einteilung nach mathematischen Inhalten, für die nicht curriculare Fachgebiete wie „Algebra“ oder „Geometrie“

gewählt wurden, sondern Themenkreise oder Leitideen („big ideas“, für PISA 2003 „overarching ideas“ genannt) wie „Veränderung und Wachstum“ oder „Raum und Form“.

Weder die Einteilung in Kompetenzklassen noch die Einteilung nach Leitideen stellt indes eine Einstufung der Schwierigkeit eines Items dar. Diese wird durch die Häufigkeit richtiger Lösungen innerhalb der Testpopulation bestimmt und ist damit eine empirische Größe. Angegeben wird sie durch eine Zahl auf der PISA-Punkte-Skala. Gewisse Intervalle dieser Skala werden dann zu den besser greifbaren Kompetenzstufen zusammengefasst, die somit eine Einordnung der empirischen Schwierigkeit von Testitems geben. Andererseits werden auch Testpersonen aufgrund ihrer Antworten auf dieser Skala eingestuft, so dass Kompetenzstufen zugleich eine Abstufung von Fähigkeiten der Personen darstellen.

3 Informatische Literalität

Zu einer Untersuchung der Informatik-bezogenen Fähigkeiten von Jugendlichen im Geiste von PISA ist folgendes Vorgehen nötig: Zunächst ist zu klären, um welche Fähigkeiten es gehen soll, d. h. es ist der Begriff der *informatischen Grundbildung* oder der *informatischen Literalität* zu definieren. Hier sei vorgeschlagen, den Begriff „Literalität“ zu verwenden, denn „Grundbildung“ kann durch Betonung des Wortteils „Grund“ zu leicht auf elementare Kenntnisse reduziert werden. Dann wird es nützlich sein, die verschiedenen Arten Informatik-bezogenen Arbeitens im Sinne der Kompetenzklassen der Mathematik einzuteilen und die Intention durch Angabe beispielhafter Aufgaben zu verdeutlichen.

Sicher ist es auch wünschenswert, die „overarching ideas“, also die übergreifenden oder umfassenden Ideen der Informatik zu nennen. In dieser Richtung liegen in der Informatik-Didaktik bereits verschiedene Vorschläge vor, u. a. die in [Sc93] formulierten „fundamentalen Ideen“ oder die „Grundmenge informatischer Lerninhalte“ aus [Hu00, S. 81], die sich beide auf Informatik*inhalte* beziehen. Andere Vorschläge beziehen sich nicht nur auf Informatik*inhalte*, sondern auch auf *Arten informatischen Tuns*, so [Br94], der als spezifische Ziele informatischer Bildung (neben anderen) die „Einsicht in den Aufbau, die Darstellung und Semantik von Sprachen. . .“ und die „Fähigkeit zum Problemlösen mit Informatiksystemen“ sieht. Während ersteres ein Inhalt der Informatik ist, ist letzteres eine quer zu den Inhalten liegende Kompetenz.

Angesichts der zahlreichen sich teilweise ergänzenden, teilweise aber auch gegenläufigen Vorschläge, Ordnung in Themen und Ziele des Informatikunterrichts zu bringen, kann man aus PISA vielleicht lernen, dass es zweierlei Arten der Einordnung gibt, die nach Inhalten des Fachs und die nach Arten der Beschäftigung mit dem Fach. In diesem Lichte relativiert sich beispielsweise die Kritik in [Ba98] am Konzept der „fundamentalen Ideen“, denn bei diesen geht es um fachliche Inhalte, dort dagegen unter dem Stichwort „didaktische Leitlinien“ bzw. „didaktische Leitfragen“ um Arten der Beschäftigung mit dem Fach.

In diesem Beitrag soll der Versuch gemacht werden, die Arten der Beschäftigung mit Informatik in einer Weise zu klassifizieren, die der Lebenswirklichkeit von Jugendlichen in einer Industrienation entspricht. Für die Inhalte wird lediglich in Zusammenhang mit den vorgestellten Beispielaufgaben eine Einordnung zu Leitideen der Informatik angegeben,

ohne dass damit die Bedeutung der Idee gewertet werden soll oder gar eine Ausschöpfung der Ideen der Informatik angestrebt wird.

Beginnen wir also mit dem Programm zur Definition informatischer Literalität: In Anlehnung an den allgemeinen Grundbildungsbegriff von PISA und unter Berücksichtigung der „Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen“ der Gesellschaft für Informatik [GIOO] sei diese Definition vorgeschlagen:

Informatische Literalität ist die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die Informatik und Informatiksysteme in der Welt spielen, fundierte auf informatischem Wissen beruhende Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit der Informatik und ihren Anwendungen zu befassen, die den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens dieser Person als konstruktivem, engagierten und reflektierendem Bürger entspricht.

Konkreter wird die Definition durch die Angabe der Arten der Beschäftigung mit Informatik-Inhalten in Form von Kompetenzklassen, für die diese Aufteilung vorgeschlagen sei:

Klasse 1 (Anwendung): Zu dieser Klasse gehört das Anwenden von Informatiksystemen, und zwar solchen allgemeiner Art wie auch solchen, die auf spezielle Aufgaben zugeschnitten sind, um Probleme des persönlichen Umfelds zu bewältigen. (Dabei ist die Grenze zwischen Systemen allgemeiner und spezieller Art fließend. Betont werden soll, dass gleichermaßen ein Textverarbeitungsprogramm, ein Internet-Browser, ein Mobiltelefon oder ein digitales Kartenwerk zusammen mit einem GPS-Gerät zu den betrachteten Informatiksystemen zählen.)

Klasse 2 (Gestaltung): Zu dieser Klasse gehört das Gestalten von Informatiksystemen. Informatiksysteme werden auf der Grundlage eines Modellierungsprozesses gestaltet, in dem eine inner- oder außerinformatische Aufgabenstellung mit Hilfe von Mitteln der Informatik gelöst wird. Hierbei wird oft auf bestehende Informatiksysteme zurückgegriffen, die bei der Lösung der neuen Aufgabe verwendet werden. Insofern ist ein Verständnis der Funktionsweise und Struktur der zugrunde gelegten Systeme notwendig, das über ein Anwenderwissen der Klasse 1 hinausgeht. Zudem ist allgemeines informatisches Fachwissen erforderlich, das in die Erstellung des informatischen Modells eingeht.

Klasse 3 (Entscheidung): Zu dieser Klasse gehören die Kompetenzen, die zum verantwortungsvollen Entscheiden über den Einsatz und die Entwicklung von Informatiksystemen benötigt werden. Dazu bedarf es informatischen Wissens über prinzipielle und praktische Möglichkeiten und Grenzen von Informatiksystemen sowie reflektierter Einschätzungen der Auswirkungen von Informatiksystemen im gesellschaftlichen Kontext sowie auf das Individuum.

Im Weiteren sollen diese informatischen Kompetenzen durch Beispielitems operationalisiert werden. Dadurch wird weiter illustriert, was unter den Kompetenzen verstanden

wird. Wegen der kleinen Zahl der darstellbaren Items birgt dies freilich auch die Gefahr der Missinterpretation durch eine Verengung auf die dargestellten Fragestellungen. Es sei deshalb betont, dass die dargestellten Beispiele die Kompetenzen der einzelnen Klassen nicht vollständig beschreiben können, ja dass sogar die Zuordnung zu einzelnen Klassen im Einzelfall unterschiedlich erfolgen kann.

4 Beispielaufgaben zur Ermittlung informatischer Literalität

Bei der Erstellung der folgenden Beispielaufgaben wurde ein Prinzip befolgt, das bereits zahlreichen PISA-Aufgaben aus dem Bereich Mathematik, besonders aber den PISA-Aufgaben aus dem Bereich Naturwissenschaften zugrunde liegt: Die Aufgabe bietet zunächst einen realistischen oder realitätsnahen Sachkontext (Stimulusmaterial) dar, auf den sich anschließend mehrere Fragen beziehen. Es wurde versucht, die Kontexte so zu wählen, dass sie potenziell der Erfahrungswelt von Schülerinnen und Schülern der Mittelstufe entstammen.

In einer ersten explorativen Untersuchung wurde das Testmaterial ca. 80 Schülern vorgelegt. Diese Anzahl ist natürlich zu klein, um statistisch fundierte Aussagen über die empirische Schwierigkeit der Items treffen zu können. Die Antworten der Schüler geben jedoch wertvolle Hinweise auf typische zu erwartende teilrichtige oder falsche Antworten, insbesondere bei Items mit offenem Antwortformat. Solche Auffälligkeiten werden beim jeweiligen Item mit berichtet.

Wichtiger erscheint die Einordnung der Fragestellungen hinsichtlich der Kompetenzklassen und die Diskussion der erwarteten Antworten und typischer falscher oder teilrichtiger Antworten. Zu jedem Themenkreis ist das Stimulusmaterial in einem Kasten angegeben. Die Fragen erscheinen im fortlaufenden Text. Bei Fragen im multiple-choice-Format sind die Antwortmöglichkeiten angegeben.

4.1 WWW

Abbildung 1 zeigt das Stimulusmaterial zu dieser Frage:

Frage WWW1:

Nimm an, dass Marion gerade Seite D in ihrem Internet-Browser sieht. Was muss sie tun, damit Seite C angezeigt wird?

Die Frage ist der Kompetenzklasse 1 zuzuordnen. Es ist das Wissen des Benutzers eines Internetbrowsers erforderlich, um die richtige Antwort „Homepage anklicken“ anzugeben. Die Antwort „zurück klicken“ wird als falsch gewertet, da es nicht sicher ist, dass die Homepage der Klasse 8b die zuvor betrachtete Seite ist. Außerdem steht ein „zurück“-Button nicht notwendig zur Verfügung. Trotzdem ist davon auszugehen, dass Jugendliche, die diese Antwort geben, in der Situation am Computer die gewünschte Seite ansteuern können.

Text 1:
Marion ist beim Surfen im Internet zu diesen vier sehr einfachen Internetseiten gekommen. Innerhalb der Seiten sind Verweise (sogenannte Hyperlinks) unterstrichen dargestellt.

<p>Seite A</p> <p>Urlaub in Pottenstein Pottenstein liegt inmitten des Naturparks Fränkische Schweiz. In der Umgebung gibt es zahlreiche Wanderwege. Eine Sommerrodelbahn und mehrere Tropfsteinhöhlen bieten zusätzliche Attraktionen. Fordern Sie unsere Prospekte an:</p> <p><input type="radio"/> Sommerprospekt <input type="radio"/> Winterprospekt</p> <p>Tragen Sie hier Ihre Adresse ein: <input type="text"/></p>	<p>Seite B</p> <p>Wissen statt Schokolade In Bern, der Hauptstadt der Schweiz, wurde die ehemalige Schokoladenfabrik Tobler zur Universität umgebaut. Die „Uni Tobler“ ist ein schönes Beispiel für die neue Nutzung alter Industriestätten. Lesen Sie mehr zur <u>Geschichte</u> der Schokoladenfabrik und zur <u>Universität Bern</u>.</p>
<p>Seite C</p> <p>Homepage der Klasse 8b Wir sind die Klasse 8b der Rhein-Main-Schule in Frankfurt. Hier könnt ihr mehr erfahren zu</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Unsere letzte Projektwoche</u> • <u>Ausflug zur Sommerrodelbahn</u> • <u>Aktionstag „Uni for Teenies“</u> 	<p>Seite D</p> <p>Projektwoche der Klasse 8b Während unserer letzten Projektwoche haben wir unseren Klassenraum verschönert: Wände streichen, Blumenpodest bauen, Sonnenkollektoren am Fensterbrett anbringen. Hier könnt ihr Fotos sehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Der Raum vorher</u> • <u>Unser Blumenpodest</u> • <u>Martin fällt in den Farbeimer</u> <p>Zurück zu unserer <u>Homepage</u></p>

Abbildung 1: Stimulusmaterial WWW

Eine andere falsche Antwort ist „Der Raum vorher anklicken“. Dies deutet auf eine mangelnde Unterscheidung zwischen dem Inhalt der Seite und der Navigation zwischen Seiten hin.

Als zweite Frage zum selben Stimulusmaterial wurde gestellt:

Frage WWW2:

Beschreibe, wie Klasse 8b beim Erstellen ihrer Internetseiten vorgegangen ist, um die Seiten C und D miteinander zu verbinden.

Hier wird als Antwort die Angabe erwartet, dass beide Seiten miteinander durch Hyperlinks verbunden werden. Bei der Auswertung ist eine Codierung der Antworten möglich, um zu erfassen, in welchem Umfang die Testpersonen Kenntnisse zur technischen Realisierung der Hyperlinks haben.

Die Aufgabe zählt zu Kompetenzklasse 2, da hier das Erstellen eines „Informatiksystems“, nämlich der speziellen Seitenstruktur der Klasse 8b, dargestellt werden muss. Dabei sind Kenntnisse über das zugrunde liegende Informatiksystem „HTML-Seiten und ihre Verbindungen“ nötig.

Thematisch ordnen sich die Fragen WWW1 und WWW2 in die informatische Idee „Vernetzungen“ ein.

Schließlich ist noch zu erwähnen, dass das Stimulusmaterial vermutlich verbessert werden kann, indem man für die Seiten A bis D Screenshots von Browserdarstellungen wählt. In der dargebotenen Weise ist Schülern nicht unbedingt klar, dass die Kästen Bildschirmhalte darstellen.

4.2 Kopierprogramm

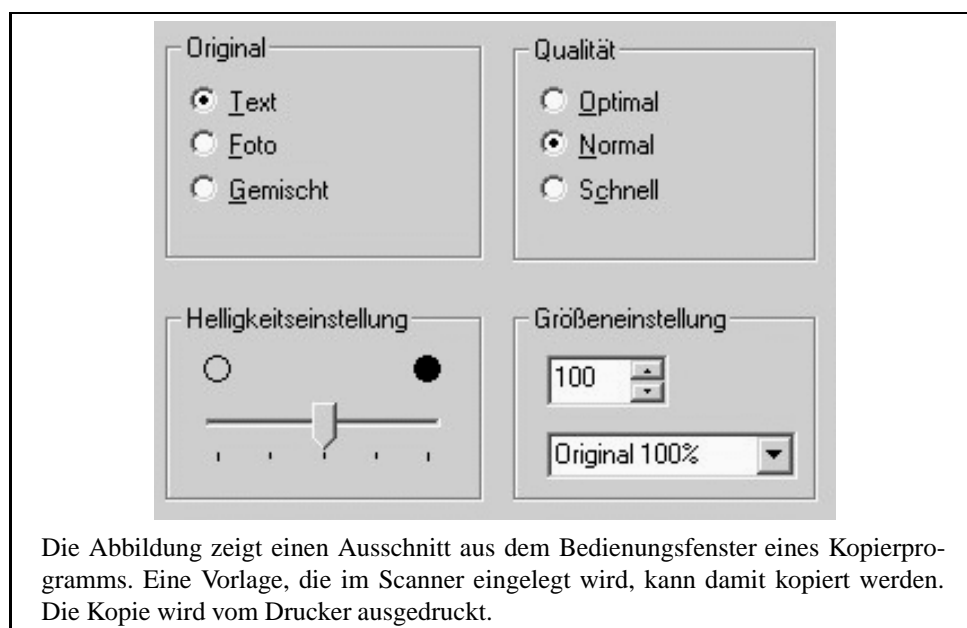


Abbildung 2: Stimulusmaterial Kopierprogramm

Zum Stimulusmaterial aus Abbildung 2 wurden zwei Fragen gestellt:

Frage Kopierprogramm 1:

Das Bedienungsfenster gibt „Schnell“ als Qualitätsstufe an und nicht als Geschwindigkeitsbezeichnung. Woran kann das liegen?

Kreuze die richtige Antwort an:

Das Bedienungsfenster würde unübersichtlich, wenn die Geschwindigkeiten extra aufgeführt würden.

Beim schnellen Kopieren wird eine geringere Qualität verwendet.

Beim schnellen Kopieren trocknet die Druckerfarbe schneller. So wird ein Verwischen der Farbe vermieden und die Qualität verbessert.

Die Bezeichnung „schnell“ hat eigentlich nichts mit der Qualität zu tun. Es werden andere Programme auf dem Computer angehalten, bis die Kopie gedruckt ist. So wird bei gleicher Qualität die Geschwindigkeit erhöht.

Frage Kopierprogramm 2: Gib möglichst genau an, wie beim Kopieren mit der Einstellung „Schnell“ die Geschwindigkeit gegenüber der Einstellung „Normal“ erhöht wird.

In beiden Fragen zum Kopierprogramm geht es um dasselbe Thema, allerdings ist in der ersten Frage die richtige der angegebenen Antworten zu wählen („es wird eine geringere Qualität verwendet“), bei der zweiten ist selbständig zu formulieren, dass die Erhöhung der Geschwindigkeit im Wesentlichen auf eine geringere Auflösung der Kopie zurückzuführen ist.

Die erste Frage sollte man zum verständigen Anwenden der Kopiersoftware beantworten können, sie gehört daher zur Kompetenzklasse 1. Sicher wäre es auch wünschenswert, dass Anwender den technischen Hintergrund verstehen, der in Aufgabe 2 abgefragt wird. Wirklich notwendig ist dieses Wissen aber erst beim Erstellen des Systems „Kopierprogramm“, so dass Frage 2 eher der Kompetenzklasse 2 zugerechnet werden kann.

Inhaltlich gehören die Fragen zur Leitidee „Konkurrenz von Platz und Zeit“.

4.3 Systemkomponenten

Abschließend sei noch eine Fragestellung skizziert, die der Kompetenzklasse 3 zugeordnet werden kann, die aber noch nicht in einer Schülerbefragung verwendet wurde.

Dazu werden Angaben zu den Systemkomponenten eines Computers gemacht (beispielsweise 2,4GHz, 256MB, ...), die den entsprechenden Komponenten zugeordnet werden sollen (Taktfrequenz der CPU, Hauptspeicher, ...). Erweitert wird diese Aufgabe durch entsprechende Angaben für ältere Rechner, für die die Testpersonen die passenden Größenordnungen nicht aus Werbeanzeigen von Computermärkten kennen. Auch hier sind die richtigen Zuordnungen vorzunehmen.

Erforderlich ist dabei die korrekte Einschätzung der Leistungsmerkmale eines „typischen“ Rechners in Relation zu einander. In der Situation der Jugendlichen geht es dabei um die Entscheidung bei einem potenziellen Computerkauf, also um die derzeit praktischen Grenzen informatischer Systeme, was zur Kompetenzklasse 3 gehört.

5 Schlussbemerkung

Dieser Beitrag macht einen Vorschlag zur Definition informatischer Literalität und konkretisiert ihn durch Angabe von Kompetenzklassen sowie Beispielen zu deren Operationalisierung. Sicherlich bedarf es weiterer Aufgabenbeispiele und deren Zuordnung zu den Kompetenzklassen, damit sich der Begriff der informatischen Literalität ausschärft. Möglicherweise legt ein solcher Prozess auch Verfeinerungen in der Definition der Kompetenzklassen nahe.

An diesem Programm sollte weiter gearbeitet werden. Dabei sollte es auch das Ziel sein, die informatische Kompetenz Jugendlicher mit Hilfe solcher Test-Items in einer systematisch angelegten Untersuchung zu messen. In eine solche Untersuchung sollten auch Test-Items aus anderen Untersuchungen, etwa aus PISA, einbezogen werden. Nur so können Rückschlüsse auf den Zusammenhang der informatischen mit mathematischer oder Lesekompetenz gezogen werden.

Ich danke den anonymen Referenten für Hinweise zur Verbesserung dieses Artikels.

Literatur

- [BBL00] Baumert, J., Bos, W., und Lehmann, R.: *TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie — Mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn (2 Bde.)*. Leske + Budrich. Opladen. 2000.
- [Ba01] Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K., und Weiß, M.: *PISA 2000 — Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Leske + Budrich. Opladen. 2001.
- [Ba98] Rüdiger Baumann. *Fundamentale Ideen der Informatik — gibt es das?* In: *Informatische Bildung in Deutschland*, S. 89–107. LogIn Verlag, 1998.
- [Br94] Breier, N.: Informatische bildung als teil der allgemeinbildung. *LogIn*. 14(5/6):90–93. 1994.
- [OECD99] for the Economic Co-operation, O. und (OECD), D.: *Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment*. OECD. Paris. 1999. [Schülerleistungen im internationalen Vergleich: Eine neue Rahmenkonzeption für die Erfassung von Wissen und Fähigkeiten Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.].
- [GI00] ‚Informatische Bildung in Schulen‘ der Gesellschaft für Informatik e.V., F. . Empfehlungen für ein gesamt-konzept zur informatischen bildung an allgemein bildenden schulen.
- [Hu00] Hubwieser, P.: *Didaktik der Informatik. Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. Springer. 2000.
- [Kn02] Knoche, N., Lind, D., Blum, W., Cohors-Fresenburg, E., Flade, L., Löding, W., Möller, G., Neubrand, M., und Wynands, A.: Die pisa-2000-studie, einige ergebnisse und analysen. *Journal für Mathematik-Didaktik*. 23(3/4):159–202. 2002. Deutsche PISA-Expertengruppe Mathematik.

- [Sc93] Schwill, A.: Fundamentale ideen der informatik. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. 1:20–31. 1993.
- [Wi95] Winter, H.: Mathematikunterricht und allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*. (61):37–46. 1995.