

Informatische Bildung: Fehlvorstellungen und Standards

L. Humbert

Zusammenfassung – Informatik steht an der Schwelle zum Pflichtfach – außer in Nordrhein-Westfalen (NW). Für outputorientierte – an den Standards einer Informatischen Bildung¹ gemessene – Kompetenzen stellt sich die Frage nach einem Pflichtfach Informatik drängender denn je. Diese Frage wird die Geschichte unzweifelhaft positiv beantwortet, sie ist nicht Gegenstand dieses Beitrages.

Mit Hilfe konkreter Beispiele wird illustriert, welche Kompetenzen die Informatische Bildung zur Folge hat und wie diese überprüft werden [können]. Diese Kompetenzen können nicht in anderen Fächern (oder fachübergreifend) erworben werden. Sie liefern den Schlüssel zur aktiven Teilhabe und zur Gestaltung der zukünftigen Gesellschaft.²

¹*Informatische Bildung* wird in diesem Beitrag als Bezeichnung verwendet.

²In diesem Beitrag wird für personenbezogene Bezeichnungen das generische Femininum verwendet. Männer sind dennoch ebenfalls angesprochen.

Dieser Beitrag steht unter der »Creative Commons Lizenz« Namensnennung, Keine kommerzielle Nutzung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Details zu der Lizenz finden Sie unter <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/deed.de>.

I. FEHLVORSTELLUNGEN

Jede – mehr oder weniger exakt arbeitende – Fachdidaktik kann ein Lied von den Fehlvorstellungen singen. Da sind die Physikstudierenden, die nach dem Vordiplom oder nach Studienabschluss oder nach einer wissenschaftlich erfolgreich verlaufenden Karriere nicht erklären können, wie die Farben in den Fernseher hineinkommen, warum ein künstlicher Erdtrabant »oben bleibt« und nicht herunterfällt, warum es regnet, ... Diese Fehlvorstellungen sind empirisch nachgewiesen.

Auch in der Informatik wimmelt es nur so von Fehlvorstellungen. Beginnend mit meiner eigenen Erfahrung kann ich Ihnen heute mitteilen, dass ich nach dem ersten Studienabschluss (also 1976) nicht in der Lage war, bei einer Problemstellung auch nur halbwegs einzuschätzen, ob es sich ggf. um eine Problemstellung handelt, die nicht vertretbar gelöst werden kann. Ich konnte also nach einem sehr erfolgreich abgeschlossenen Informatikstudium nicht sagen, ob es sich bei einer Problemstellung vielleicht um ein Problem handelt, das einer Klasse von Problemen zugeordnet werden muss, für die es niemals einigermaßen performante Lösungen für grosse Anzahlen von Entitäten geben kann. Es war eher so, dass ich – als gut ausgebildeter Ingenieur – der festen Überzeugung war: »Wenn ich nur genügend Ressourcen habe, werde ich das Problem lösen können«. Dies möchte ich an einem Beispiel verdeutlichen.

A. Geben Sie an, zu welcher Problemklasse die folgende Problemstellung gehört

Problem 1: In meinem zweiten Studium (Lehramt Informatik und Mathematik) hatten wir in einer Projektgruppe zum Compilerbau die Aufgabe zu lösen, wie auf einem Informatiksystem, das standardmäßig mit einem Basic-Dialekt ausgestattet war, eine Untermenge (== Subset) von Pascal ausgeführt werden kann.

Was haben wir zwei Ingenieure gemacht? Wir haben nach kurzer Sichtung die Bücher³ zur Seite geschoben und uns an die Arbeit begeben. Nach kurzer Zeit hatten wir einen funktionsfähigen Prototypen, den uns aber die wissenschaftlichen Mitarbeiter nicht abnehmen wollten, weil wir ja nicht auf einer theoretischen Basis, sondern mit einer heuristischen Lösungsstrategie erfolgreich gearbeitet hatten. Die anderen Mitarbeiterinnen in der Projektgruppe brauchten Monate, in denen immer wieder versucht wurde, irgendwelche Details zu diskutieren und in Codeschnipsel zu übersetzen, die dann im Zusammenspiel nicht funktionierten.

³Das bekannte Drachenbuch [Aho u. a. 1988a], [Aho u. a. 1988b] war leider zu diesem Zeitpunkt noch nicht in deutscher Sprache verfügbar.

Hier tauchte für mich die Frage nach dem Nutzen einer »guten Theorie« auf – sollte sie nicht dazu da sein, mir effizient in konstruktiver Weise Lösungshinweise zu geben, damit ich dann die angemessenen Datenstrukturen wählen und die Algorithmen effizient implementieren kann? Statt dessen – so schien es mir seinerzeit – wurde ich mit einem übermässig komplexen Theoriegebäude konfrontiert, das mir recht formal und unzugänglich erschien. Daher zog ich es vor, in pragmatischer Weise eine Tabelle zu erstellen, in der sich auf der linken Seite das Pascal-Konstrukt fand und rechts davon die zugehörige äquivalente Basic-Konstruktion. Nun bedurfte es nur noch eines Programms, das mit dieser Tabelle die 1:1-Übersetzung auf Textebene umsetzt und fertig war die Lösung. Einzig die Rekursion bereitete auf diese Weise ein wenig Kopfzerbrechen. Da die eher theoretisch orientierte Teilgruppe hier eine kaum lösbare Problemstellung sah, wurde dieses »Detail« daher nicht berücksichtigt.

Feststellung 1: Bei einer konkreten Problemstellung wird auf die Muster zurückgegriffen, die sich in der Vergangenheit als erfolgversprechend für ähnliche Probleme erwiesen haben. Theoriearbeit erfolgt unabhängig von konkreten Problemstellungen und der Nutzen der Theorie wird – gerade für die Konstruktion – nicht deutlich genug herausgestellt.

B. Informatikunterricht und Theorie

Nachdem ich Informatiklehrer geworden war, stellte sich mir das Problem, wie ich im Leistungskurs Informatik mit meinen Schülerinnen die eigene Erfahrung konstruktiv wenden konnte. Daher habe ich lange nach Literatur gefahndet, die es auch Schülern erlaubt, den Nutzen einer verständlich dargebotenen Theorie direkt einzusehen und bei der Arbeit umsetzen zu können.

Problem 2: In einem Projektzusammenhang in meinem Leistungskurs Informatik mussten Daten, die einer »gewissen Struktur« genügen, geparkt und in geeigneten Datenstrukturen abgelegt werden.

Ich entschied, dass wir dazu einen kleinen Exkurs in die theoretische Informatik unternehmen sollten. Dazu liess ich die Schülerinnen – ausgestattet mit [Wirth 1986] – zunächst konstruktiv mit Grammatiken arbeiten. Die Darstellung von Grammatiken mit Hilfe der Extended Backus-Naur-Form (EBNF) und die Abbildung in geeignete Programmstrukturen kann mit dem Buch hervorragend umgesetzt werden. Niklaus WIRTH zeigt einen

konstruktiven Weg, wie aus Grammatiken Programme erstellt werden können.

Werden die Schüler allerdings mit einer Grammatik konfrontiert, die Verkürzungsregeln⁴ enthält, stellt sich das Problem, dass diese offenbar nicht mit den Hilfsmitteln bearbeitet werden können, die WIRTH zur Verfügung stellt. Hier ist Theoriearbeit notwendig, um festzustellen, dass es sich um ein prinzipielles Problem handelt, das mit diesen Hilfsmitteln nicht gelöst werden kann. Auch für die Schülerinnen wurde so der Wert der Theorie erfahrbar – es ist also keineswegs so, wie ich selbst erlebt hatte, sondern über eine geeignete didaktische Gestaltung wird der Nutzen der Theorie offensichtlich.

Feststellung 2: Der Nutzen der Theorie kann durch die geeignete didaktische Gestaltung von Beispielen deutlich werden, die instruktiven Charakter (im positiven Sinne) haben.

Sind dies die *Fehlvorstellungen*, die Sie aus dem Unterricht kennen? Mitnichten!

C. Informatikunterricht – Fehlvorstellungen

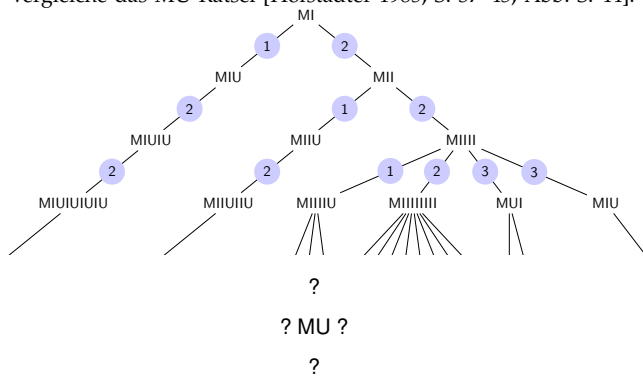
Definition 1: Misskonzepte
Hartnäckige Fehlvorstellungen und -interpretationen werden als Misskonzepte (engl. misconception) bezeichnet. Im Folgenden findet allerdings der Begriff Fehlvorstellung Verwendung.

Einige der folgenden Fehlvorstellungen habe ich bereits dokumentiert (vgl. [Humbert 2005, S. 147ff]).

Beispiel 1: »if-schleife«

Immer wieder gehört und ... zusammengezuckt
Nach meiner Einschätzung (fachdidaktische Forschungsergebnisse dazu gibt es nicht) handelt es sich hier um

⁴Vergleiche das MU-Rätsel [Hofstadter 1985, S. 37–45, Abb. S. 44]:



Die ① geben die jeweils benutzte Regel an.

eine Fehlvorstellung, die im konkreten Unterricht ihre Ursache hat: so werden die »Kontrollstrukturen« *Verzweigung* und *Zyklus* in direkter Folge unterrichtlich thematisiert. Damit glauben Schülerinnen, die Probleme mit der Bearbeitung haben, dass mit geeigneten »Mustern« im Unterrichtsgespräch schnell Erfolge erzielt werden. Diese typische Fehlvorstellung wird häufig auf ein Reihenfolgeproblem (die sogenannte Ähnlichkeitshemmung) zurückgeführt. Dann kann durch eine andere unterrichtliche Sequenzierung verhindert werden, dass es zu diesen Fehlvorstellungen kommt – konkret sind dann die beiden Elemente möglichst von einander zu trennen und zwischen beiden ist es sinnvoll, ein anderes Element der Informatik zu thematisieren. Eine Alternative stellt sich mit der funktionalen Sichtweise auf den Problembereich, so dass *Zyklen* in Form von Schleifen nicht auftreten. Bis heute liegen allerdings keine differenzierten Forschungsergebnisse der Fachdidaktik Informatik zu diesen Problemen vor. Dabei sind sie seit Jahrzehnten bekannt – werden aber offenbar von der Fachdidaktik nicht ernst genommen.

Darüber hinaus werden in dem Beispiel Ebenen miteinander gemischt: die Umsetzung in eine Programmiersprache mit einer laxen verbalen Ausdrucksweise. Damit scheint die Fachsprache von dieser Schülerin nicht sorgfältig verwendet zu werden. Die Schülerinnen trennen die Ebenen nicht voneinander und geraten somit in syntaktisch-semantische Fallen.

Beispiel 2: »==« versus »=« oder »:=« vs. »=«

Die Syntax von Programmiersprachen ist nicht selbstklärend, sondern in hohem Maße für Schülerinnen irreführend. Da haben sie nun über Jahre im Mathematikunterricht (Algebra) kennengelernt, dass $a=b$ und $b=a$ die gleiche statische Struktur bezeichnen und da kommt nun die Informatik daher und behauptet, dass diese beiden Dinge etwas ganz anderes beschreiben, da es um dynamische, ablauforientierte Anweisungen geht (zumindest in Programmiersprachen mit imperativem Hintergrund).

Warum wundern wir uns dann, wenn die zusätzliche Bedeutung, die bei der Einführung der Zuweisung resp. des Vergleichsoperators das Symbol »=« mehrfach überlädt, nicht mehr verstanden wird?

Beispiel 3: »Klasse« und »Objekt«

Nach jahrelangen Fortbildungen ist es gelungen, den Kolleginnen zunehmend zu verdeutlichen, dass dem objektorientierten Modellieren im Unterricht Rechnung getragen werden muss, dass es möglich ist, die bereits

TABELLE I
KATEGORIEN DER SICHT AUF DIE KONZEPTE (PHÄNOMENE)
»OBJEKT« UND »KLASSE«

Objekt	Klasse
Ein Objekt ist ein Stück Quelltext.	Eine Klasse ist eine Einheit in einem Programm, die etwas zur Struktur beiträgt.
Wie vor – darüber hinaus wird ein Objekt als etwas Aktives im Programm angesehen.	Wie vor – darüber hinaus wird eine Klasse charakterisiert als eine Beschreibung von Eigenschaften und Verhalten für Objekte.
Wie vor – darüber hinaus wird ein Objekt als Modell eines Phänomens der realen Welt beschrieben.	Wie vor – darüber hinaus wird die Klasse als Modell eines Phänomens der realen Welt beschrieben.

bekanntem Konzept unter dieser »neuen« Sicht in einem anderen Licht zu betrachten.

Im Ergebnis werden allerdings die Notwendigkeiten, die mit der Auseinandersetzung mit der ernsthaften objektorientierten Modellierung verbunden sind, nicht immer eingeführt. Ein »schönes« Beispiel dafür stellt die didaktisch motivierte Klassenbibliothek »Stifte und Mäuse« [[Czischke u.a. 1999] – an der Entwicklung war ich beteiligt] dar: versuchen Sie einmal, mehrere Mäuse zu instanzieren ... Spaß beiseite: auch mehrere »Bildschirme« sind nicht zu haben. Damit wird gegen inzwischen explizit dokumentierte Ergebnisse der Forschung zu Fehlvorstellungen verstossen: Von jeder Klasse müssen mindestens zwei Objekte erzeugt werden [können] – andernfalls besteht die Gefahr, das gerade Novizinnen die Begriffe nicht vernünftig unterscheiden können.

Weiter werden notwendige Objektbeziehungen explizit verborgen `meinStift=Stift()` – dadurch wird die Objektorientierung gerade hier, wo sie unabdingbar ist, unterschlagen. Die Konstruktion ist in der dokumentierten Fassung problemlos möglich, obwohl zumindest eine Kennt-Beziehung zwischen dem Bildschirm und dem Stift unabdingbar ist. Korrigiert wurde dieser Modellierungsfehler in der Python-Fassung von Ingo LINKWEILER – [Linkweiler 2002]. Um dort ein Objekt der Klasse Stift zu erstellen, ist die Kennt-Beziehung zwischen dem Stiftobjekt und dem Bildschirmobjekt bei der Instanziierung anzugeben.⁵

⁵Aus Kompatibilitätsgründen mit den veröffentlichten Materialien ist oben angegebene Variante weiterhin erlaubt.

```
meinBildschirm= Bildschirm()
meinStift=Stift(meinBildschirm)
```

Die Objektorientierte Modellierung (OOM) stellt die beiden zentralen Strukturelemente »Objekt« und »Klasse« zur Verfügung. [Eckerdal und Thuné 2005] diskutieren den Aufbau von Konzepten an diesem Beispiel. Dies begründen die Autoren damit, dass der Aufbau von Konzepten die Voraussetzung zur Vermeidung von Fehlvorstellungen darstellt. Der gewählte Forschungsansatz besteht in einer qualitativen Methode, die durch sogenannte Variation schnell zu Ergebnissen führen soll, die praxiswirksam eingesetzt werden können. Umgesetzt wurde das Herangehen mit halboffenen Interviews, in denen – an Phänomenen⁶ orientiert – die Studierenden aufgefordert wurden, Unterschiede zwischen »Objekt« und »Klasse« zu verdeutlichen. Dabei kam es darauf an, möglichst viel von dem Verständnis dieser Konzepte zu erfahren.

In der Analyse findet sich eine dreistufige Kategorisierung, die in Übersetzung in Tabelle I angegeben ist.

In den Folgerungen für die Ausbildung beziehen sich die Autoren auf einige der veröffentlichten Fehlvorstellungen:

- »Objekte sind so eine Art Variable« – kann vermieden werden, wenn bereits zu Beginn mehrere Exemplare einer Klasse instanziiert werden.
- »Überbetonung des Datenaspekts gegenüber dem Verhalten von Objekten« – kann vermieden werden, indem bereits zu Beginn Objekte benutzt werden, bei denen – als Reaktion auf eine Nachricht – der Zustand des Objekts substantiell geändert wird.
- »Unterschied zwischen Klasse und Objekt ist unklar« – kann vermieden werden, wenn von Beginn an von jeder Klasse mehrere Objekte erzeugt werden.

Beispiel 4: Grafische Beschreibungssprachen

Um [Zwischen-] Ergebnisse zu kommunizieren, sind in der Informatik hunderte von grafischen Beschreibungssprachen entwickelt worden. Eine der wohl umfangreichsten Sammlungen verschiedenster Ansätze stellt die sogenannte Unified Modelling Language (UML) bereit. Ich mag gar nicht aufzählen, wie viele Untertypen von Grafiken eingeführt wurden, um keinen Bereich zu vergessen. Dass diese Sprachfamilie für jedes ihrer Diagramme eine eigene Syntax und Semantik mitbringt, wird dabei gern vergessen. Darüber hinaus sind

⁶Interessant ist der Vergleich mit der Idee, Phänomene als Schlüssel zu Informatikkonzepten zu wählen (vgl. [Humbert und Puhmann 2005]).

die Sprachen für einen Anforderungsbereich entwickelt worden, der sich von dem der Informatischen Bildung deutlich unterscheidet.

Dies bedeutet für den Unterricht: die Lehrerin muss auswählen, welche konkreten grafischen Sprachen sie in der konkreten Unterrichtsgestaltung für unabdingbar hält, welche irreführend sein können (für mich sind das z.B. Aktivitätsdiagramme – hier sind Struktogramme erheblich zielführender) ...

Und wieder wundern wir uns: Sequenzdiagramme, Struktogramme, Klassendiagramme, Objektdiagramme, Zustandsübergangsdigramme, Anwendungsfalldiagramme, Wertetabellen, ... alles möglichst in der 11. Jahrgangsstufe einführen – ja besser noch: alles im ersten Halbjahr – damit anschließend die Schülerinnen »richtig« arbeiten können. Meine Erfahrung zeigt – gerade für Schülerinnen, denen diese verschiedenen Formen der Abstraktion nicht ohne weiteres zugänglich sind – dass die Schülerinnen alle Formen locker durcheinanderwerfen und nicht mehr wissen, ob das gerade betrachtete eine dynamische Struktur ist oder eine statische.

Genug der Beispiele!

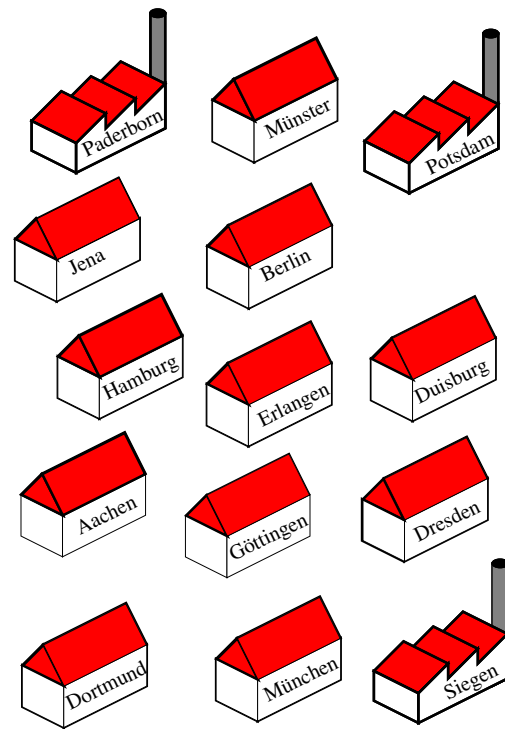
D. Zur Weiterentwicklung der Schulinformatik und der Fachdidaktik Informatik

Tatsache 1: Wir haben als Lehrerinnen im Schulfach Informatik beim derzeitigen Stand eine Vielzahl von Anforderungen zu erfüllen, von denen nur ein Bruchteil bisher als Problem von Seiten der Fachdidaktik bearbeitet wird.

Wie kommen wir aus dieser desolaten Situation heraus? Es gibt verschiedene Möglichkeiten, einige davon sind Ihnen sicher bekannt, einige mögen Ihnen unverschämter erscheinen, dennoch will ich sie hier vorstellen:

- 1) Informatik muss Pflichtfach werden! – Unverschämter, woher sollen denn die Stunden kommen?
- 2) Wenn Informatik [wie bisher] in der Oberstufe unterrichtet wird, sollte es wie eine Fremdsprache behandelt werden, die kein Pflichtfach ist; d. h. es gibt immer zwei Kurse: a) einen weitergeführten Kurs und b) einen neueinsetzenden Kurs

(1) ist durchaus möglich, wie jüngst im Bundesland Bayern gezeigt wurde: Das Gymnasium in 8 Jahren (G8) wurde eingeführt und dennoch wurde Informatik als Pflichtanteil in den Jahrgängen 6 und 7 in dem Fächerkonglomerat »Natur und Technik« verankert. In-



Legende

Universität mit ...



Professur Fachdidaktik Informatik



... abgeschlossene Promotionen

Abb. 1. Standorte *Didaktik der Informatik* in Deutschland (Stand April 2006) – aus [Humbert 2006a, Abb. 4.3]

formatik wird von qualifizierten⁷ Informatiklehrerinnen unterrichtet. Das (2) an keiner Schule praktiziert wird, an der ich Referendarinnen ausbilden darf, macht das mangelnde Selbstbewusstsein und den miserablen Stellenwert der Informatik in unseren Schulen deutlich. Für Projekttag und Öffentlichkeitsaktionen sind wir allemal gut genug – wenn es um Ressourcen für die Verankerung des Schulfachs Informatik geht, stehen wir hinten an.

Notiz 1: Mehr und mehr ist die Fachdidaktik Informatik etabliert (vgl. Abbildung 1). Über diese Entwicklung sollten wir uns freuen.

Nach anfänglicher Euphorie muss nun allerdings festgestellt werden, dass es offenbar den Professorinnen

⁷Dazu wurden Kurse an Universitäten eingerichtet, die von den Informatikfakultäten betreut wurden, es wurden Lehrerinnen an die Universitäten abgeordnet, um die Kolleginnen auf die Prüfungen vorzubereiten. Die Kolleginnen mussten eine der Staatsprüfung entsprechende Abschlussprüfung absolvieren.

nicht gelingen will, entscheidende Fortschritte zu erzielen, die innerhalb der letzten Jahre in irgendeiner Weise für die Schulen wirksam geworden sind, wie im Folgenden dargestellt wird.

koordinierte Forschung – Fehlanzeige

Nach meiner subjektiven Ansicht fehlt allerdings ein konzertiertes Forschungs- und Entwicklungsprogramm für die bundesdeutsche Informatikfachdidaktik. Schauen wir uns aktuell laufende Dissertationsprojekte an, so ist von einer forschungsleitenden Grundidee nichts zu spüren, es wird an Rändern gearbeitet. Die oben aufgeworfenen Fragestellungen, die den Alltag des Informatikunterrichts und seiner Weiterentwicklung betreffen, sind kein Gegenstand der fachdidaktischen Forschungsbemühungen. NW verfügt über die höchste Dichte an Informatikfachdidaktikprofessuren (**sechs** von **vierzehn** ~ 43%) in der gesamten Bundesrepublik Deutschland. Diese sind offenbar [bisher] nicht in der Lage, die notwendigen Forschungsaufgaben zu bewältigen – ja, ich habe den Eindruck, dass sie sich diesen Aufgaben auch gar nicht stellen [wollen]. Von einer Koordination der Forschungsbemühungen in NW (oder gar im deutschsprachigen Raum) habe ich jedenfalls noch nichts gehört.

Verbreiterung der Ausbildung – Fehlanzeige

Bezogen auf die fehlenden Ausbildungsmöglichkeiten für ein Lehramt für die Sekundarstufe I⁸ hat sich in NW seit 30 Jahren nichts getan, d. h. nach wie vor werden die Kolleginnen, die in diesem Bereich ausbilden und ausgebildet werden, in diesem Land in keiner Weise von universitärer Seite unterstützt. Es gibt keine Ausbildungsmöglichkeit, damit werden für diesen zentralen, allgemeinbildenden Bereich ausschließlich Seiten- oder Quereinsteigerinnen in die Schulen geschickt, die von Ausbilderinnen begleitet werden, die händierend nach validen, qualifizierenden Elementen fahnden. Das **Informatik** an Haupt- und Realschulen seit vielen Jahren als **Hauptfach** wählbar ist (Wahlpflichtbereich I), scheint bei den Fachdidaktikerinnen in NW immer noch nicht angekommen zu sein. Wenn wir über die Ausbildung für das **Berufskolleg** sprechen, so muss leider die gleiche desolante Situation konstatiert werden: es gibt keine Ausbildungsmöglichkeit, die von der Fachdidaktik in NW angeboten und/oder unterstützt wird. Die Kolleginnen stehen im Regen.

⁸Entgegen aktueller – offizieller – Sprachregelung in NW nenne ich das Lehramt weiter so – gerade in der internationalen Diskussionen – möchte ich nicht immer erst erklären müssen, wie das Bildungssystem in der Bundesrepublik aufgebaut ist (insbesondere die hexadezimale Struktur). Die Bezeichnung Sekundarstufe I ist international gebräuchlich.

Es ist ein Skandal: In ganz NW gibt es weder eine Ausbildung für Informatiklehrerinnen für die **Sekundarstufe I** noch für das **Berufskolleg**.

Liebe Fachdidaktik: Bitte aufwachen!

II. STANDARDS

A. Informatische Bildung und Standards – Entwicklung in der Bundesrepublik

Bei der Diskussion um Standards, die seit Vorstellung des Beitrages [Puhlmann 2003] ⁹ auf der Tagung **Informatik und Schule (INFOS)** in München (2003) geführt wird, hat sich bisher abgezeichnet, dass die universitär verankerte Fachdidaktik Informatik nicht in Lage ist, die **notwendigen** Vor- und Zuarbeiten in qualitativer und quantitativer Hinsicht zu leisten: so fehlt die theoriegestützte Erarbeitung eines geeigneten Kompetenzmodells. Es fehlt an Weiterentwicklung von Testszenarien, die tatsächlich mit Vortests mit Schülerinnen überprüft werden, so dass sie den Minimalanforderungen für nationale und internationale Vergleichsstudien genügen können, die in der Breite eingesetzt werden. Fachdidaktiker/innen aus dem universitären Umfeld halten sich bisher auffallend zurück – wenn sie Beiträge veröffentlichen, hat man eher den Eindruck, dass sie ihre zurückliegenden Forschungsergebnisse mit einem anderen Aufkleber versehen »neu ins Rennen« schicken. Dies mag zwar für eine universitäre Karriere nutzbringend sein, ist aber für die Arbeit zu Standards nicht förderlich. Hier heißt es nämlich:

- Bezug zur schulischen Praxis herstellen
- Mit Schulen zusammenarbeiten
- Mit Lehrerinnen kooperieren
- Eine offensive Position gegenüber der Administration vertreten
- ...

Alles in allem heißt es für eine Fachdidaktik Informatik, die sich den drängenden Fragen des Schulfachs Informatik annimmt: Abschied nehmen von »Steckenpferden« und sich aktiv in die Diskussion um die für alle qualifizierende Ausrichtung des Schulfachs Informatik begeben, die zum Ziel hat, den exklusiven Beitrag der Informatik zur allgemeinen Bildung »auf den Punkt« zu bringen. Da die universitäre Fachdidaktik dies nicht

⁹Hermann PUHLMANN beförderte die weitere Diskussion durch wissenschaftliche Beiträge: [Humbert und Puhlmann 2004], [Humbert und Puhlmann 2005], [Puhlmann 2005a], [Puhlmann 2005b].

TABELLE II
INHALTS- UND PROZESSBEZOGENE KOMPETENZEN

Inhalt (Band)	Prozess					
	Informatisches Problemlösen	Begründen Bewerten	Kommunizieren Kooperieren	Zusammenhänge herstellen	Darstellen Interpretieren	
Information und Daten						
Algorithmen						
Sprachen und Automaten						
Aufbau und Funktion von Informatiksystemen						
Informatik und Gesellschaft						

leistet, wurden alle der bisher vorliegenden Beispiele von Kolleginnen und Kollegen entwickelt.

B. Vorstellung von Aufgaben, mit denen informatische Kompetenzen geprüft werden

Bei der Diskussion um Standards Informatischer Bildung ist inzwischen Einigkeit erzielt worden, wie die Inhaltselemente bezeichnet und gegliedert werden können.¹⁰ In der Tabelle II sind diese Elemente dargestellt (vgl. [Humbert 2006a, Tabelle 4.3]).

Im Folgenden werden zwei Beispiele vorgestellt – das erste (vgl. Abschnitt II-B.1) beleuchtet einen zunehmend wichtiger werdenden Bereich des Einsatzes von Informatikmitteln – **Radio Frequency IDentification (RFID)**, während das zweite (vgl. Abschnitt II-B.2) sich mit einem als fest etablierten Bereich der Anwendung von Informatiksystemen beschäftigt – Ablegen von Daten in Verzeichnisstrukturen.

1) *RFID – Situation: Stimulusmaterial*

Der Tierarzt hat unserer Katze an der linken Halsseite eine Spritze gegeben. Es war aber keine Impfung. Damit – so hat der Tierarzt mir erklärt – erhält die Katze eine eindeutige Nummer. Diese befindet sich in einem Bauteil (Chip), das mit der Katze verwächst und von außen nicht gesehen werden kann. Der Chip ist ungefähr so groß wie ein Reiskorn.



Abb. 2. Heimtierausweis
<http://www.tierheim-weiden.de/>

Fragen zum RFID-Einsatz:

- Nenne die Bezeichnung für den Chip.
- Gib an, warum Haustiere diesen Chip erhalten.
- Nenne weitere Bereiche, Gegenstände, in denen solche Chips zur Kennzeichnung eingesetzt werden.
- Warum werden Menschen nicht mit diesem Bauteil »geimpft«?
- Gib die Unterschiede zwischen einer sichtbaren Kennzeichnung, wie sie durch European Article Number (EAN) vorgenommen wird und der Kennzeichnung durch einen RFID-Chip an.
- Welche Vorteile bietet der Einsatz in Kleidungsstücken?

Diese Ansammlung von Fragen hat bisher keine für den Einsatz in standardisierten Tests vorbereitete Form. Auch eine Konkretisierung sowie die Erweiterung für die konkrete Zielgruppe (Schülerinnen im Alter von 15 Jahren), ... sind erst noch vorzunehmen. Der Stimulus wird hier publiziert, damit diese Idee für die weitere Arbeit kommuniziert wird. Da der vorliegende Beitrag unter einer cc-Lizenz¹¹ veröffentlicht wird, steht einer nichtkommerziellen Weiterverbreitung der Idee nichts im Weg.

Stimuli für die Leserinnen dieses Beitrages

1) Von den Vorteilen der Nutzung von RFID in Kleidungsstücken:

Nancy buys a sweater from her favorite department store. This store is her favorite because it has one of those new-fangled checkouts, which automatically tallies up her items and charges the total cost to her credit card. Nancy is not sure exactly how this system works, but she knows that a radio tag attached to the clothing supplies information to the store's computer system. But far more interestingly, this tag can also send instructions to her washing machine at home, which sets the length and temperature of wash cycles, and warns her whenever dark and light clothing are mixed in a single batch of laundry. The store offers a kiosk to disable the tags, but Nancy has never used it. Despite hearing news reports about targeted thefts and stalking, enabled by covert reading of RFID tags, she still does not

¹⁰Bezüglich der Prozesselemente besteht noch Diskussionsbedarf.

¹¹<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/deed.de>

understand why anyone would want to disable such useful functionality [Rieback u. a. 2005, p 184].

- 2) Nutzerinnen von RFID-gekennzeichneten Gegenständen (und Tieren) müssen die Verfügungskontrolle zurück erhalten

Nancy decides that she doesn't want the department store to be able to access the RFID tags on her clothing anymore, so she modifies her preferences on the RFID Guardian. The RFID Guardian could propagate the policy updates to the RFID tags themselves (assuming that the RFID tags have their own security mechanisms, which many might not). However, another option is for the RFID Guardian to act as a »man-in-the-middle«, mediating interactions between RFID readers and RFID tags. This centralizes the decision making in the RFID Guardian, and leaves the RFID tags free to perform their application-specific functions, without burning valuable power on making security decisions. Mediation can take either a constructive or destructive form, which is illustrated by the two opposing concepts of »RFID Proxy Functionality« and »Selective RFID Jamming« [Rieback u. a. 2005, p 190].

- 3) Aktive Nutzung: Die Katze ist mit einem Computervirus infiziert!

[Rieback u. a. 2006] stellt sehr konkret vor, wie ein RFID-System »gehackt« werden kann. Ich erspare mir an dieser Stelle die Erläuterung der Details; diese können in dem Artikel und auf der Webseite <http://www.rfidvirus.org/> nachgelesen werden.

Hier wird deutlich, dass aus dem Inhaltsbereich »Informatik und Gesellschaft« (vgl. Tabelle II) aktuell Anforderungen für konkrete Kompetenzen abzuleiten sind, die sich ohne Informatikunterricht nicht angemessen bearbeiten lassen. Ein weiteres Beispiel kann durch die Gesundheitskarte und damit verbundene Fragen gestaltet werden, wie in [Humbert 2006b] angeregt wird.

2) *Information und Daten*: Nach den vorherigen Veröffentlichungen wurde auch auf der INFOS 2005 in Dresden von Hermann PUHLMANN in seinem Beitrag [Puhlmann 2005a] wiederum ein sehr konkretes Beispiel

Lena hat sich zu Beginn des neuen Schuljahres vorgenommen, auf ihrem Computer ihre Daten gut geordnet abzuspeichern. Dazu hat sie in ihrem Verzeichnis Lena das Verzeichnis LenasDateien und einige Unterverzeichnisse angelegt. Das Bild zeigt die Verzeichnisstruktur:

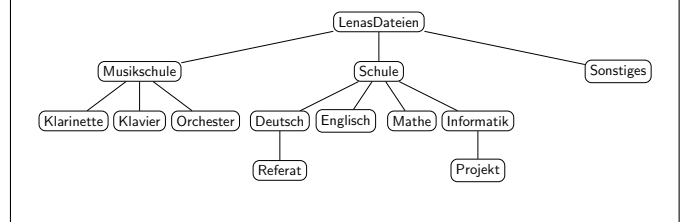


Abb. 3. Stimulusmaterial aus dem Bereich »Information und Daten« (nach [Puhlmann 2005a, S. 80])

in Form von Stimulusmaterial (vgl. Abbildung 3) und einer konkreten Aufgabe (vgl. Abbildung 4) zu dem Bereich »Information und Daten« vorgestellt. Daran zeigt sich, dass offenbar »die Fachdidaktik«, wie bereits oben angemerkt, den Ball immer noch nicht aufgenommen hat – wie sonst läßt es sich erklären, dass seit 2003 keine Beispiele von Fachdidaktikerinnen zugeliefert wurden.

Dennoch wird die Arbeit zu den Standards für die Informatische Bildung weitergehen. Zur Zeit kursiert eine Sammlung von – in Arbeit befindlichen – Ergebnissen der fachdidaktischen Gespräche in Königstein vom März 2006, die in diesem Jahr zu einer Arbeitstagung zu den Fragen der Standards umfunktioniert wurde. Die Ergebnisse werden voraussichtlich anlässlich der INFOS 2007 in Siegen vorgestellt. Keine Person mit

Frage Verzeichnis 1: Lena hat für ihr Deutschreferat einen Text geschrieben. Jetzt will sie ihn abspeichern. Das folgende Bildschirmfenster wird angezeigt. Was muss sie tun, um den Text im passenden Verzeichnis zu speichern?

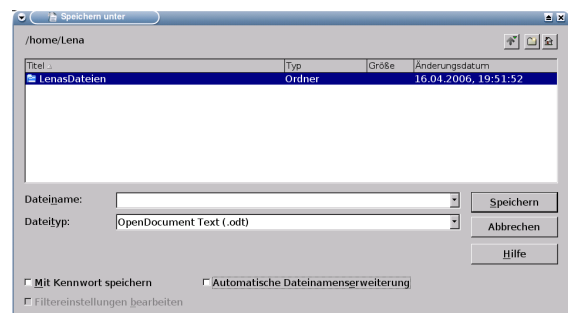


Abb. 4. Testfrage aus dem Bereich »Information und Daten« (nach [Puhlmann 2005a, S. 81])

ordentlicher Fachdidaktikprofessur aus NW hat an der Diskussion in Königstein <http://koenigstein.inf.tu-dresden.de/> teilgenommen.

3) *Lebenswirklichkeit:*

Fallbeispiel:

Aus einem Tag der Schülerin Ada

Montagsmorgen 7:00. Ada reibt sich die Sandmännchen aus den Augen, nachdem sie eine sanfte Melodie aus ihrem Handy geweckt hat. Es ist ihr neuer Lieblingssong, den sie sich erst gestern vom Internet herunter geladen hat. Aber wie jeden Montagsmorgen kommt die arme Ada kaum aus dem Bett. Gestern Abend hatte sie lange mit ihrer besten Freundin gechattet – das hat sie nun davon ... Als sie endlich in der Küche ankommt, ist es schon ziemlich spät. ... aber da war doch noch was? Ach ja, sie hatte dem Vater versprochen, die Dokumentationssendung von National Geographics aufzunehmen. Eigentlich hat sie ihrem Vater schon mehr als einmal erklärt, wie das mit der Fernprogrammierung im Internet des neuen Harddisk-Recorders funktioniert - aber eben ... Vater kommt schon mit der Einstellung der Sommerzeit beim Radioweckers kaum zu Gange. :-)

Auf der digitalen Wetterstation sieht sie, dass es heute ein warmer Tag zu werden scheint – die dünne Jacke genügt also. Noch ein Küsschen für die Mutter und ein kurzer Blick in die Schultasche – Schulbücher, Handy, Hausaufgaben, Pausenbrot, MP3-Player ... alles da – und ab geht's im Laufschrift zur Busstation.

Im Schulbus dann das übliche Gedränge. Das SMS-Gepiepse um sie herum nervt sie total. Zudem kursieren auch abscheuliche Bilder auf den Handys, die sie gar nicht sehen will. Sie schätzt es auch nicht, wenn Jungs von ihr Fotos machen und diese dann untereinander austauschen. Sie wollte das auch schon mit ihren Eltern und der Lehrerin diskutieren. Aber sie hat oft das Gefühl, dass die Erwachsenen manchmal gar nicht mitbekommen, was da um sie herum in dieser Beziehung so alles abgeht ...

Sie entschliesst sich, in ihre Traumwelt einzutauchen. Auf ihrem geliebten MP3-Player hat sie sich eine beachtliche Musiksammlung aus MP3's zusammengestellt. Sie hat viele Songs aus dem Internet aber auch Klassiker aus Papas

und Mamas CD-Sammlung. Sie lädt sich die Playlist »Balladen« und versinkt noch ein wenig in Träumereien. [...]

Aber die Hausaufgaben haben sich leider immer noch nicht von selbst erledigt. Auf der Buddylist ihres Instant-Messengers sieht sie, dass einige ihrer Kolleginnen online sind. Bald sind sie alle im Web-Chat und gemeinsam organisieren sie die Aufgabenteilung für den Gruppenvortrag im Geografieunterricht. Ein paar Jungs aus der Klasse unterhalten eine eigene Klassenhomepage, wo sie wieder einmal ein paar gute Links findet und ihr hilft, die Hausaufgabe schneller als gedacht zu erledigen. Nach dem Austausch von Dokumenten und Bildern verabschieden sie sich mit »lol« »cu2night« und »hdmg«.

Vor dem Abschalten checkt sie ein letztes Mal ihre E-Mail. Und siehe da, ihre Freundin hat ein Digitalbild von der letzten Schulreise geschickt, wo sie sich beide lachend umarmen. Sie freut sich riesig über die Überraschung und schreibt ihr gleich zurück. [...]

[Bruehlhart u. a. 2006]

Die möglichen Ansätze für einen aufklärenden Informatikunterricht, der die Lebenswirklichkeit der Schülerinnen ernsthaft zum Ausgangs- und Zielpunkt werden in diesem Bericht in deutlicher Weise dargestellt. Nur ein auch an aktuellen Entwicklungen und Änderungen der Lebenswelt der Schülerinnen orientierter Informatikunterricht kann auf Dauer Bestand haben. Das Schulfach Informatik bietet Möglichkeiten, fundiert hinter die Kulissen einer zunehmend von Informatiksystemen durchdrungenen Welt zu schauen und die dabei wirksamen Konzepte durchschaubar und handhabbar zu machen.

In diesem Sinne wünsche ich mir eine Weiterentwicklung der Fachdidaktik.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

EAN	European Article Number	NW	Nordrhein- Westfalen
EBNF	Extended Backus- Naur-Form	OOM	Objektorien- tierte Modellierung
G8	Gymnasium in 8 Jahren	RFID	Radio Frequency IDentification
INFOS	Informatik und Schule	UML	Unified Modelling Language

http://www.ham.nw.schule.de/pub/bscw.cgi/d65473/i_standards16.pdf – geprüft: 10. Januar 2006, S. 21–24

[Humbert und Puhlmann 2005] HUMBERT, Ludger ; PUHLMANN, Hermann: Essential Ingredients of Literacy in Informatic. In: [WCC 2005], . – Documents/445.pdf. – ISBN 1–920–01711–9

[Linkweiler 2002] LINKWEILER, Ingo: *Eignet sich die Skriptsprache Python für schnelle Entwicklungen im Softwareentwicklungsprozess? – Eine Untersuchung der Programmiersprache Python im softwaretechnischen und fachdidaktischen Kontext.* Dortmund, Universität, Fachbereich Informatik, Fachgebiet Didaktik der Informatik, Diplomarbeit, November 2002. – <http://www.ingo-linkweiler.de/diplom/Diplomarbeit.pdf> – geprüft: 3. Dezember 2002

[Puhlmann 2003] PUHLMANN, Hermann: Informatische Literalität nach dem PISA-Muster. In: HUBWIESER, Peter (Hrsg.): *Informatik und Schule – Informatische Fachkonzepte im Unterricht INFOS 2003 – 10. GI-Fachtagung 17.–19. September 2003, München.* Bonn : Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, September 2003 (GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 32). – ISBN 3–88579–361–X, S. 145–154

[Puhlmann 2005a] PUHLMANN, Hermann: Bildungsstandards Informatik – zwischen Vision und Leistungstests. In: FRIEDRICH, Steffen (Hrsg.): *Informatik und Schule – Informatikunterricht – Konzepte und Realisierung – INFOS 2005 – 11. GI-Fachtagung 28.–30. September 2005, Dresden.* Bonn : Gesellschaft für Informatik, Köllen Druck + Verlag GmbH, September 2005a (GI-Edition – Lecture Notes in Informatics – Proceedings P 60). – ISBN 3–88579–389–X, S. 79–89

[Puhlmann 2005b] PUHLMANN, Hermann: Exploring Test Items in the PISA-Style for Informatics. In: [WCC 2005], S. Documents/110.pdf. – ISBN 1–920–01711–9

[Rieback u.a. 2005] RIEBACK, Melanie R. ; CRISPO, Bruno ; TANENBAUM, Andrew S.: RFID Guardian: A Battery-Powered Mobile Device for RFID Privacy Management. In: BOYD, Colin (Hrsg.) ; NIETO, Juan Manuel G. (Hrsg.): *ACISP Bd. 3574*, Springer, 2005. – <http://www.rfidguardian.org/papers/acisp.05.pdf> – geprüft: 14. April 2006. – ISBN 3–540–26547–3, S. 184–194

[Rieback u.a. 2006] RIEBACK, Melanie R. ; CRISPO, Bruno ; TANENBAUM, Andrew S.: Is Your Cat Infected with a Computer Virus? In: *PerCom– Fourth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, Pisa - Italy, 13–17 March 2006* IEEE, IEEE CS press, march 2006. – <http://www.rfidvirus.org/papers/percom.06.pdf> – geprüft: 14. April 2006

[WCC 2005] *8th IFIP World Conference on Computers in Education, 4–7th July 2005, University of Stellenbosch.* Cape Town, South Africa : Document Transformation Technologies cc, July 2005 . – ISBN 1–920–01711–9

[Wirth 1986] WIRTH, Niklaus: *Leitfäden der angewandten Mathematik und Mechanik LAMM Teubner Studienbücher Informatik.* Bd. 36: *Compilerbau – Eine Einführung.* 4. durchges. Aufl. Stuttgart : B.G. Teubner, 1986

LITERATUR

[Aho u. a. 1988a] AHO, Alfred V. ; SETHI, Ravi ; ULLMAN, Jeffrey D.: *Compilerbau, Teil 1.* Bonn : Addison-Wesley, 1988a. – englische Originalausgabe: *Compilers—Principles, Techniques and Tools*, 1986, 1987 by Bell Telephone Laboratories, Inc. übersetzt von Gerhard Barth und Mitarbeiter. – ISBN 3–89319–150–X

[Aho u. a. 1988b] AHO, Alfred V. ; SETHI, Ravi ; ULLMAN, Jeffrey D.: *Compilerbau, Teil 2.* Bonn : Addison-Wesley, 1988b. – englische Originalausgabe: *Compilers—Principles, Techniques and Tools*, 1986, 1987 by Bell Telephone Laboratories, Inc. übersetzt von Gerhard Barth und Mitarbeiter. – ISBN 3–89319–151–8

[Bruehlhart u. a. 2006] BRUELHART, Stephan ; DÖBELI HONEGGER, Beat ; SCHWAB, Stanley: *ICT-Kompass.* 2006. – <http://www.ict-kompass.ch/> – geprüft: 14. April 2006

[Czischke u. a. 1999] CZISCHKE, Jürgen ; DICK, Georg ; HILDEBRECHT, Horst ; HUMBERT, Ludger ; UEDING, Werner ; WALLOS, Klaus ; LANDESINSTITUT FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG (Hrsg.): *Von Stiften und Mäusen.* 1. Aufl. Bönen : DruckVerlag Kettler GmbH, 1999. – ISBN 3–8165–4165–8

[Eckerdal und Thuné 2005] ECKERDAL, Anna ; THUNÉ, Michael: Novice Java Programmers' Conceptions of „Object“ and „Class“, and Variation Theory. In: *Proceedings ITiCSE'05, June 27–29, Monte de Caparica, Portugal* ACM, 2005. – ITiCSE – Innovation and Technology in Computer Science Education, S. 89–93

[Hofstadter 1985] HOFSTADTER, Douglas R.: *Gödel, Escher, Bach: ein endloses geflochtenes Band.* 5. Aufl. Stuttgart : Klett-Cotta, 1985. – Original: *Gödel, Escher, Bach: an Eternal Golden Braid*, 1979 im Verlag Basic Books, New York. – ISBN 3–608–93037–X

[Humbert 2005] HUMBERT, Ludger: *Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial.* Wiesbaden : B.G. Teubner Verlag, September 2005 (Leitfäden der Informatik). – <http://humbert.in.hagen.de/ddi/> – geprüft: 3. August 2005. – ISBN 3–8351–0038–6

[Humbert 2006a] HUMBERT, Ludger: *Didaktik der Informatik – mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial.* 2. Aufl. Wiesbaden : B.G. Teubner Verlag, Juni 2006a (Leitfäden der Informatik). – in Vorbereitung – Seitenangaben sind daher nicht zuverlässig

[Humbert 2006b] HUMBERT, Ludger: Gesundheitskarte und RFID. In: *If Fase* (2006), März, Nr. 7, S. 2. – <http://humbert.in.hagen.de/iffase/> – geprüft: 16. April 2006. – ISSN 1861–0498

[Humbert und Puhlmann 2004] HUMBERT, Ludger ; PUHLMANN, Hermann: Informatische Bildung und PISA-Standards – zur Umsetzung für die informatische Bildung. In: MICHEUZ, Peter (Hrsg.): *Standards im IKT/Informatik-Unterricht? Projekt CDA-Sonderausgabe.* Perg : CDA-Verlag, 2004. –