

# Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen – KIS

Christian Kollee, Peer Stechert, Sigrid Schubert

Didaktik der Informatik und E-Learning  
Universität Siegen  
Hölderlinstraße 3  
57076 Siegen

{christian.kollee|peer.stechert|sigrid.schubert}@uni-siegen.de

**Abstract:** Im Herbst 2008 wurde das Unterrichtsprojekt KIS durchgeführt. Frühere Forschungen zeigen, dass der Einsatz von Strukturmodellen einen wesentlichen Beitrag zu einer Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen liefern kann. Mit Unterrichtsbeobachtungen wurden Erkenntnisse zu Lehr-Lern-Prozessen im Unterrichtsprojekt KIS gewonnen. Zu dem Von-Neumann-Blockmodell und den Schichtenmodellen wurden kognitiven Barrieren bei den Schülern festgestellt. Dieser Artikel diskutiert zwei dieser Barrieren genauer: Abstraktionsstufen der verwendeten Strukturmodelle und die entsprechende Fachsprache. Daraus werden wissenschaftliche Fragestellungen für die weitere Kooperation zwischen Schule und Universität abgeleitet.

## 1 Motivation

In Nordrhein-Westfalen umfasst der Kursplan in der Sekundarstufe II in Jahrgangsstufe 11 objektorientierte Modellierung und Programmierung, in 12.1 die Anwendung von Datenbanksystemen und in 12.2 dynamische Datenstrukturen sowie die Simulation eines Rechners. Für die Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen erwies sich dieser Ansatz als unbefriedigend.

Für den Informatikunterricht in der Sekundarstufe II wurde im Frühjahr 2009 ein Unterrichtsmodell zur Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen veröffentlicht [St09]. Kompetenz ist dabei die Befähigung zur handelnden Bewältigung komplexer Anforderungssituationen, die in dem Unterrichtsmodell auf Tätigkeiten mit Informatiksystemen bezogen werden. Den Zugang zu Informatiksystemen bilden in dem Unterrichtsmodell deshalb das nach außen sichtbare Systemverhalten sowie vernetzte fundamentale Ideen der Informatik in Strukturmodellen.

Das bildungstheoretisch fundierte Unterrichtsmodell wurde mit Entwurfsmustern als Wissensrepräsentation für vernetzte fundamentale Ideen exemplarisch in der Sekundarstufe II erprobt und hinsichtlich Akzeptanz und Machbarkeit positiv evaluiert [SS07]. Im Anschluss ist nun eine nachhaltige Überführung in die Schulpraxis erforderlich. Dafür werden im Unterrichtsprojekt KIS weitere Unterrichtsabschnitte generiert und in der Se-

kundarstufe II erprobt. Somit ist in diesem Schritt die dauerhafte Kurseinbindung das Ziel. In einem späteren Schritt kann mit qualitativen und quantitativen Messverfahren eine hypothesenprüfende Evaluation des Lehr-Lern-Prozesses vorgenommen werden.

Der vorliegende Artikel beschreibt im Abschnitt 2 das Unterrichtsprojekt KIS, das im Herbst 2008 erstmalig durchgeführt wurde. Im Anschluss werden Forschungsfragen vorgestellt, die einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Didaktik der Informatik liefern sollen. Dabei beziehen sich die Fragestellungen aus Abschnitt 3 auf die Abstraktionsstufen der Strukturmodelle und die Fragen aus Abschnitt 4 auf die Entwicklung der Fachsprache. Abschnitt 5 gibt einen Ausblick auf die weitere Forschung.

## **2 Unterrichtsprojekt zur Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen**

### **2.1 Planung des Unterrichtsprojekts**

Im Rahmen des Promotionsvorhabens von Peer Stechert wurde eine Kooperation zwischen dem Lehrstuhl „Didaktik der Informatik und E-Learning – DIE“ der Universität und dem „Fürst-Johann-Moritz-Gymnasium – FJM“ in Siegen aufgebaut. Vom FJM sind drei Informatiklehrer an dieser Partnerschaft beteiligt. Einer der Lehrer ist Vertreter des Ministeriums bei Staatsprüfungen. Die beiden anderen Lehrer führten bereits Unterrichtsprojekte mit DIE in ihren Klassen durch.

Frühere Forschungen zeigen, dass der Einsatz von Strukturmodellen einen wesentlichen Beitrag zu einer Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen leisten kann [SS07]. Seit dem Frühjahr 2008 wurde in Zusammenarbeit mit dem FJM das Unterrichtsprojekt KIS erarbeitet und durchgeführt. Aufbauend auf den Erkenntnissen von Stechert [St08] sollten drei Strukturmodelle zur Vermittlung von Wissen und Können im Umgang mit Informatiksystemen behandelt werden: Von-Neumann-Rechnermodell (VNR), Schichtenmodelle (Ebenenmodell des Rechners, Internetschichtenmodell) und Entwurfsmuster.

Während der ersten Treffen mit den beteiligten Lehrern zeigten sich Diskrepanzen in den unterschiedlichen Auffassungen der Beteiligten bezüglich des Zielkonfliktes zwischen Breite und Tiefe der gewählten Themen. Dieser Zielkonflikt wurde während der verschiedenen Treffen diskutiert und eine Lösung erarbeitet. Dabei konnte eine Einigung erzielt werden, die sowohl Forscher wie auch Lehrer für das bestmögliche Ergebnis, im Bezug auf die Entwicklung der Schüler, ansehen. Diese Einigung beinhaltete, neben einer Reduzierung von drei auf zwei Strukturmodelle, und damit eine vertiefte Behandlung der Block- und Schichtenmodelle, auch eine Definition von Fähigkeiten, welche die Schüler erwerben. Diese kognitiven und nicht-kognitiven Fähigkeiten werden im Folgenden stichpunktartig vorgestellt: Die Schüler

1. entwickeln eine Bereitschaft und Fähigkeit, Strukturmodelle zu verwenden.
2. wenden das Blockmodell an, um die Funktionsweise eines einzelnen Rechners zu beschreiben.
3. wenden Schichtenmodelle an, um die Funktionsweise eines vernetzten Rech-

- ners zu beschreiben.
4. übertragen ihr Wissen und Können von den statischen Strukturmodellen auf Sequenzdiagramme.
  5. führen einen Sichtenwechsel durch, indem sie ihr Wissen und Können von einem Schichtenmodell auf ein Blockmodell übertragen.

Wissenschaftler der DIE-Gruppe fertigten, unter Einbeziehung von Lehramtsstudierenden, Unterrichtsentwürfe an, die im Anschluss intensiv mit den Partnern des FJM diskutiert, überarbeitet und verfeinert wurden. Tabelle 1 stellt den Grobplan des für den Zeitraum von acht Wochen angesetzten Unterrichtsprojektes dar und zeigt die verwendeten Strukturmodelle, Unterrichtsinhalte und Schüleraktivitäten.

	Strukturmodell	Unterrichtsinhalt	Schüleraktivitäten
1	VNR	Hauptprozessor	- Schülerreferate zur historischen Entwicklung der Computer - Rollenspiel zum VNR
2		Assembler und problem-orientierte Sprachen	- Modifizieren eines einfachen Programms, das einzelne Speicherstellen adressiert
3		Speicher und Eingabe/Ausgabe	- Beobachtung und Zuweisung von Elementen des VNR zur Anwendungslaufzeit
4		Verarbeitung	- Beschreibung des dynamischen Verhaltens zur Anwendungslaufzeit durch Sequenzdiagramme
			1. Lernerfolgskontrolle
5	Ebenenmodell des Rechners	Verknüpfung von Hardware und Software	- Öffnen einer alten Festplatte
6		System- und Anwendungssoftware	- Gruppenpuzzle zur historischen Entwicklung des Ebenenmodells - Rollenspiel
7	Internetschichtenmodell	Protokolle	- Untersuchung verschiedener Protokollschichten mit Hilfe eines Applets
8		Informationsfluss	- Erklären verschiedener Protokolle im Schichtenmodell
			2. Lernerfolgskontrolle

Tabelle 1: Grobplan von KIS mit Schüleraktivitäten.

Die Durchführung des Unterrichtsprojektes KIS erfolgte im Wintersemester 2008/09 und umfasste 24 Unterrichtsstunden. Es wurde im Rahmen eines Grundkurses in einer 12. Jahrgangsstufe der gymnasialen Oberstufe von einer Lehrperson des FJM unterrichtet.

Der Kurs bestand aus 12 Schülern (davon 7 weiblich) mit Vorkenntnissen in der objekt-orientierten Modellierung. Die Beobachtungen während des Unterrichts wurden von zwei Wissenschaftlern und zwei Lehramtsstudentinnen, deren Staatsexamensarbeiten sich mit der Analyse des Unterrichtsprojekts beschäftigen, protokolliert. Im Anschluss an die Unterrichtsstunden wurden sowohl die Beobachtungen als auch die Einschätzungen des Lehrers zum Lernerfolg der Schüler ausgewertet und Korrekturen an den folgenden Unterrichtseinheiten vorgenommen. Zusätzlich zu den Beobachtungen der Hospitierenden wurden zwei Lernerfolgskontrollen nach der ersten Hälfte und am Ende des Unterrichtsprojekts durchgeführt.

## **2.2 Unterrichtsbeispiel Rollenspiel und Simulation zum VNR**

Im Folgenden wird ein Unterrichtsbeispiel zu Beginn des Unterrichtsprojekts KIS vorgestellt. Ziel dieses Unterrichtsbeispiels war es, die Zentraleinheit bestehend aus Rechenwerk und Steuerwerk als Teil des VNR zu thematisieren. Um die Zentraleinheit in einen Kontext zu stellen, wurde in den vorangegangenen Stunden ein Überblick über die einzelnen Bestandteile des VNR und ihr Zusammenwirken erarbeitet. Anhand des Blockmodells zum VNR wurden die Begriffe in einen Gesamtzusammenhang eingeordnet.

Als Einstieg zur Komponente Zentraleinheit wurde ein Rollenspiel [Gi08] gewählt, das dazu dient, grundlegende Funktionseinheiten zu veranschaulichen. Die Bestandteile Steuerwerk, Rechenwerk und Register werden so handlungsorientiert erfahrbar.

Um die Durchführung des Rollenspiels zu vereinfachen, verteilte der Lehrer Aufgabenblätter mit der Beschreibung des Rollenspiels, und die Schüler bekamen die Hausaufgabe, die Regeln des Rollenspiels zu lesen. In der nächsten Stunde ging der Lehrer auf das Rollenspiel ein. Es wurde das Ziel für diese Stunde an der Tafel festgehalten: Die Schüler sollen den Ablauf bei der Verarbeitung eines Befehls angeben. Um das Ziel zu erreichen, wurden die Schüler in zwei Gruppen eingeteilt, so dass sie zwischen zwei alternativen Zugängen wählen konnten:

1. Durchspielen des Rollenspiels und protokollieren der Zwischenschritte und Ergebnisse einer Berechnung;
2. Betrachtung einer Simulation der Zentraleinheit mit einer Lernsoftware [Ke96].

Insgesamt hat die erste Gruppe das Rollenspiel zweimal durchgespielt. Dabei sollten sie nicht sprechen, außer in der durch das Spiel vorgegebenen Weise. Dadurch wurde berücksichtigt, dass die Systemkomponenten nicht mehr wissen, als in der Rolle spezifiziert ist.

In der Art eines Expertenpuzzles wurden im Anschluss an die Durchführung der beiden Vorgehensweisen Paare gebildet, bei denen ein Schüler das Rollenspiel, der zweite die Simulation bearbeitet hatte. Ziel war es, dass sich die Partner den Ablauf bei der Verarbeitung eines Befehls erklären und am Ende das Zusammenwirken der Rechnerkomponenten angeben können. Dabei fiel auf, dass Schüler in mehreren Gruppen sich durch die im Rollenspiel festgelegten Begriffe die Simulation erklärten. So fragte ein Schüler sei-

nen Partner: „Programmzähler ist ja bei uns der ‚Bildschirm‘, oder?“. Möglich wurde dies dadurch, dass alle Schüler sich in der Hausaufgabe mit dem Rollenspiel befasst hatten.

Die Schüler kannten nun die besonderen Register Programmzähler und Befehlsregister. Dabei erkannten sie, dass der Programmablauf über den so genannten Programmzähler gesteuert wird. Am Ende des Unterrichtsbeispiels wurde eine Begriffsbeschreibung zu Zentraleinheit mit Steuerwerk, Rechenwerk und Registern im Unterrichtsgespräch formuliert. Anschließend wurde der Ablauf bei der Verarbeitung in Phasen zerlegt: Befehl holen, dekodieren, ausführen.

Das Unterrichtsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, dass durch Schülertätigkeiten die Abstraktion des Blockmodells des VNR für die Schüler verständlich wird. Zusätzlich bietet es den Schülern durch die im Rollenspiel vorgegebenen Begriffe und Ablaufregeln eine sprachliche Unterstützung zur Erklärung des Zusammenwirkens der Komponenten des VNR.

### **2.3 Kognitive Barrieren im Lernprozess**

Im Laufe von KIS wurden kognitiven Barrieren sichtbar, von denen hier zwei vorgestellt werden. Zum einen stellte es für die meisten Schüler ein Problem dar, das abstrakte Blockmodell des VNR auf den konkreten Rechner zu übertragen. Der Hauptgrund für dieses Problem war die geringe Erfahrung der Schüler mit Rechnerkomponenten. Ohne eine Vorstellung wie z.B. ein Prozessor aussieht, ist der Abstraktionsgrad des VNR sehr hoch. Zum anderen bereitete der Einsatz der neuen hardware-spezifischen Fachsprache den Schülern Probleme. So war z.B. nicht immer klar, von welcher Art von „Speicher“ die Rede war. In vielen Situationen wurde der Hauptspeicher und in anderen Situationen die Festplatte gemeint.

## **3 Diskussion zu KIS-erforderlichen Abstraktionsstufen**

### **3.1 Auswahl KIS-förderlicher Strukturmodelle**

Aufbau und Funktionsweise von Informatiksystemen zu verstehen, stellt ein wesentliches Ziel der informatischen Bildung dar [GI08]. Strukturmodelle leisten einen wesentlichen Beitrag zu einer Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen [SS07]. Für viele Schüler, die an diesem Unterrichtsprojekt beteiligt waren, stellten die zu erlernenden Abstraktionsstufen der verwendeten Strukturmodelle jedoch eine hohe kognitive Barriere dar. Deshalb wird im Folgenden die Auswahl der im Unterrichtsprojekte KIS eingesetzten Strukturmodelle begründet, und anschließend werden Schülertätigkeiten sowie Lernhilfen vorgestellt, die im unterrichtlichen Geschehen eingesetzt wurden, um die zu erlernenden Abstraktionsstufen mit der Lebenswelt der Schüler zu verknüpfen. Kriterien für die Auswahl waren (1) eine möglichst geringe Komplexität bei gegebener Eignung zur Erklärung von Aufbau und Funktionsweise von Informatiksystemen und (2) Bezug zur Lebenswelt der Schüler.

Das Blockmodell des VNR wurde als unverzichtbar ausgewählt, da es den Aufbau und die Funktionsweise eines Rechners beschreibt. Es erfordert einen hohen Abstraktionsgrad und beschreibt die Vernetzung der Rechnerkomponenten Zentraleinheit, Speicher und Ein-/Ausgabe. Über die explizit dargestellten Komponenten und deren Verknüpfungen enthält das VNR-Blockmodell jedoch weitere, implizite Konzepte, die zu kennen notwendig ist, um die Funktionsweise zu verstehen. Diese so genannten Von-Neumann-Prinzipien, die die Universalität des Rechners erklären, sind: Einteilung in Funktionseinheiten, Unabhängigkeit von einem konkreten Problem, Daten und Programme nutzen den gleichen Speicher, Adressierung der Speicherzellen, Speicherung aufeinander folgender Befehle in aufeinander folgenden Speicherzellen, Abweichen von der Reihenfolge durch Sprungbefehle, Nutzung von arithmetischen, logischen und Transportbefehlen sowie binäre Darstellung aller Daten.

Schichtung stellt ein weiteres wichtiges Strukturierungsprinzip für Informatiksysteme dar. Dabei werden einzelne Funktionen eines Systems einer bestimmten Schicht zugeordnet. Die möglichen Beziehungen zwischen den unterschiedlichen Schichten werden dahingegen eingeschränkt, dass eine Schicht nur auf die Funktionen einer darunterliegenden Schicht zugreifen darf. Durch die Vielzahl der vorhandenen Schichtenmodelle konnten geeignete Kandidaten für das Unterrichtsprojekt ausgewählt werden. Für den Bereich des Rechneraufbaus wurde ein Ebenenmodell des Rechners gewählt. Es verdeutlicht das Zusammenwirken von Hard- und Software. Dieser Zusammenhang ist ein Bestandteil heutiger Informatiksysteme und wird vom Blockmodell des VNR nicht abgedeckt. Das Ebenenmodell des Rechners, wie es von Tanenbaum [Ta05] vorgeschlagen wird, unterscheidet die Ebene der digitalen Logik, Mikroarchitekturebene, Befehlsatzebene, Betriebssystemebene, Assemblerebene und die Ebene der problemorientierten Sprachen. Auf Grund der hohen Komplexität wurde ein reduziertes Modell ausgewählt, dass die drei Ebenen Hardware, System- und Anwendungssoftware [GI08] enthält (siehe Abbildung 1).

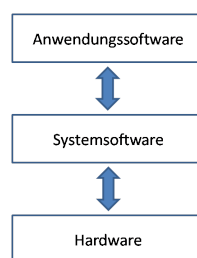


Abbildung 1: Reduziertes Ebenenmodell des Rechners.

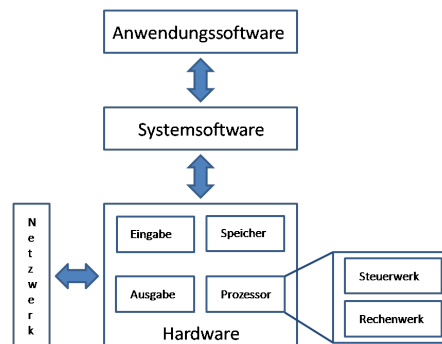


Abbildung 2: Die Kombination des VNR-Blockmodells und des Ebenenmodells des Rechners beschreiben ein Informatiksystem.

Diese verringerte Komplexität und der stärkere Bezug des 3-Ebenenmodells zur Lebenswelt der Schüler begründen diese Auswahl. Abbildung 2 zeigt die Kombination des VNR-Blockmodells mit dem Ebenenmodell des Rechners.

Für die Vermittlung der Datenkommunikation im Internet wurde das Internetschichtenmodell mit seinen vier Schichten dem siebenschichtigen OSI-Modell vorgezogen. Die Begründung ist analog zur Auswahl des Ebenenmodells des Rechners, denn das ISO/OSI-Referenzmodell mit den Schichten Bitübertragung, Sicherung, Vermittlung, Transport, Sitzung, Darstellung und Anwendung ist sehr komplex und kann auf das einfachere Internetschichtenmodell abgebildet werden, ohne dass für den Unterricht notwendige Unterrichtsinhalte vernachlässigt werden.

### **3.2 Schüleraktivitäten und Lernhilfen zur Bewältigung der Abstraktionsstufen**

Im Unterrichtsprojekt konnten verschiedene Lernhilfen und Schülertätigkeiten beobachtet werden, die es den Schülern erleichterten, die verschiedenen Abstraktionsstufen zu erreichen. So half das in Abschnitt 2.2 beschriebene Rollenspiel beim Verständnis des VNR. Die Schüler lernten durch die Beschäftigung mit den Rollenbeschreibungen die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten kennen.

In einer weiteren Aufgabe sollten die Schüler in einem Sequenzdiagramm die Datenkommunikation beim Starten eines Programms beschreiben. Dazu mussten sie die Ebenen Hardware, System- und Anwendungssoftware und deren Aufgaben verstehen. Später nutzten die Schüler Sequenzdiagramme, um Abläufe im VNR zu beschreiben. Mit Hilfe dieser Diagramme waren die Schüler in der Lage, die zeitliche Reihenfolge der einzelnen Schritte eines VNR besser zu verstehen.

Mit dem Bezug zur Lebenswelt, einem Telefongespräch zwischen zwei Personen, konnte das TCP/IP-Protokoll den Schülern vermittelt werden. Im Anschluss daran fand erneut ein Rollenspiel statt, um die Paketvermittlung im Internet zu veranschaulichen. Dabei erkannten die Schüler, dass unterschiedliche Schichten unterschiedliche Aufgaben wahrnehmen. Zum Beispiel war eine Person für das Routing der Pakete und eine weitere für die Zerlegung bzw. Zusammensetzung der Nachrichten verantwortlich.

### **3.3 Vergleich der Unterrichtsbeispiele hinsichtlich der Abstraktionsstufen**

Aus Sicht der Hospitierenden hat das Rollenspiel ebenso einen Beitrag zum Verständnis des VNR beigetragen wie die Sequenzdiagramme. Die Ergebnisse der Lernerfolgskontrollen zeigen dagegen, dass die Schichtenmodelle besser verstanden wurden als das VNR-Blockmodell. Die Schüler sollten ein eigenes Schichtenmodell entwerfen, das den Postversand von einem Firmenmitarbeiter zu einem anderen beschreibt und dieses Modell mit dem bekannten Internetschichtenmodell in Relation setzen. Die Schüler waren in der Lage, aus einer lebensweltnahen Situation ein eigenes Schichtenmodell zu erstellen. Dieses stellte eine Zwischenstufe zur Erreichung der Abstraktionsstufen des Internetschichtenmodells dar.

Für die Weiterentwicklung von KIS konzentrieren wir uns auf die folgenden Fragen:

1. *Wie kann man die Komplexität von KIS-erforderlichen Strukturmodellen didaktisch reduzieren?*
2. *Welche Kriterien sind zur Bewertung von KIS-förderlichen Strukturmodellen geeignet?*

3. Welche Lernhilfen und Schülertätigkeiten liefern Zwischenstufen zu den schwer erreichbaren Abstraktionsstufen?

## **4 Diskussion einer KIS-erforderlichen Fachsprache**

### **4.1 Beziehung zwischen KIS-förderlichen Strukturmodellen und Fachsprache**

Strukturmodelle sind der Schlüssel zur Auswahl von notwendigen Fachbegriffen und zu deren Vernetzung (vgl. Abschnitt 3.1). Zeitgemäße Strukturmodelle ermöglichen die Integration neuer Fachbegriffe sowie die Systematisierung und Aktualisierung des Netzes an Fachbegriffen. Für KIS-förderlichen Unterricht ist die Konsequenz, dass ein Schwerpunkt auf Fachbegriffe und Fachsprache anhand von Strukturmodellen gelegt wird, um Aufbau und Funktionsweise von Informatiksystemen für deren kompetente Anwendung zu thematisieren.

Die Vorgabe eines Strukturmodells mit festen Bezeichnungen ermöglicht es, Konfusion zu vermeiden und das Lernen zu unterstützen. Dabei ist zu beachten, dass Strukturmodelle im historischen Kontext zu sehen sind und die Aktualität der definierten Fachbegriffe regelmäßig zu prüfen ist. Im Bereich der Informatik existieren, neben unterschiedlichen Bezeichnungen und Abkürzungen für den gleichen Gegenstand, viele englische Begriffe. Im Unterrichtsprojekt KIS trat dieses Problem besonders im Rahmen des VNR und den verschiedenen Bezeichnungen von Arbeitsspeicher auf. Hier wurde neben dem Begriff Hauptspeicher auch vereinzelt der englische Begriff „Random Access Memory“ bzw. dessen Abkürzung RAM verwendet. In späteren Stunden führte dies zu der Schülerfrage, ob diese Bezeichnungen alle das gleiche bedeuten. KIS-förderlich ist für Schüler daher eine präzise Definition und einheitliche Verwendung von Begriffen, um darauf aufbauend ein kognitives Modell von Informatiksystemen entwickeln zu können.

### **4.2 Kompetenzbereiche Verstehen, Sprechen und Schreiben**

Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen erfordert Aufgaben zur Förderung der Fachsprachentwicklung. In der Europäischen Union wurde 2004 ein Sprachenpass als Instrument der Selbsteinschätzung von Fremdsprachenkompetenz beschlossen. Darin werden die Bereiche Verstehen („Hören“ und „Lesen“), Sprechen („An Gesprächen teilnehmen“ und „Zusammenhängendes Sprechen“) sowie Schreiben anhand von ausführbaren Tätigkeiten beschrieben [Gn07]. Für jeden Bereich werden die Tätigkeiten sechs Kompetenzstufen zugeordnet. Analog dazu erfordert KIS-förderliche Fachsprache es, dass kommunikative Fähigkeiten der Schüler sowohl mündlich als auch schriftlich gefordert und gefördert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Schüler die Möglichkeit bestehen muss, sich die Fachsprache erst passiv durch hören und einordnen anzueignen, und spätere Aufgaben das aktive Sprechen und Schreiben fördern.

**Zum Verstehen:** Das in Abschnitt 2.2 vorgestellte Rollenspiel, das zusammen mit einer Simulation des VNR in einem Expertenpuzzle im Unterricht eingesetzt wurde, hat sich als sehr hilfreich erwiesen, indem den Schülern Begriffe und Ablaufbeschreibungen an die Hand gegeben wurden. Dennoch lag sein Beitrag vornehmlich darin, dass der passive



Gebrauch der Fachsprache gefördert wurde: Durch die vorgegebene Datenkommunikation der Rechnerkomponenten und dadurch, dass die Schüler nicht sprechen sollten, um die Einschränkungen einer Rechnerkomponente selbst zu erfahren, wurde der aktive Gebrauch der Fachsprache weitgehend unterbunden.

**Zum Sprechen:** Das anschließende Expertenpuzzle hingegen unterstütze das eigenständige und zusammenhängende Sprechen, indem sich die Schüler in dem geschützten Raum der Partnerarbeit, d.h. außerhalb der Öffentlichkeit eines Unterrichtsgesprächs, miteinander austauschen mussten.

**Zum Schreiben:** In der Lernerfolgskontrolle wiederum fiel auf, dass von mehreren Schülern Komponenten des VNR nicht beschrieben werden konnten, so dass es ihnen nicht möglich war, das Zusammenwirken der Komponenten darzustellen, obwohl beim Rollenspiel beobachtet wurde, dass das Zusammenwirken verstanden worden ist. Als konkretes Beispiel ist hier wieder der Arbeitsspeicher zu nennen, welcher häufig mit der Festplatte gleichgesetzt wurde und zu einem falschen Bild der internen Abläufe des VNR führte.

Fehlende und falsche Fachbegriffe führen dazu, dass Ausdrucksweisen der Fachsprache falsch eingesetzt werden. Im Informatikunterricht ist deshalb zu bedenken, dass Sprache sich allmählich entwickelt und Aufgaben zum Einüben von Fachsprache erforderlich sind, um sowohl den passiven als auch den aktiven Gebrauch zu fördern.

#### 4.3 Typische Fehler

Die Unterrichtsbeobachtungen zeigten folgende typischen Fehler im Lehr-Lern-Prozess:

1. fehlende Fachbegriffe (z.B. fehlende Komponentenbezeichnung in der Lernerfolgskontrolle),
2. Verwechslung von Fachbegriffen (z.B. Arbeitsspeicher und Festplatte),
3. falsche oder fehlende Beziehungen zwischen Fachbegriffen (z.B. Einordnung von HTTP und Router in das Internetschichtenmodell, Zentraleinheit im Ebenenmodell des Rechners).

**Fehlende Fachbegriffe:** Fehlende oder falsche Fachsprache kann zu weiteren Problemen während des Unterrichts führen. So fällt es Schülern häufig schwer, ihre Erwartungen an ein Informatiksystem präzise zu formulieren, da sie die benötigten Begriffe nicht verinnerlicht haben. Im Unterrichtsprojekt KIS trat dieser Fall in Zusammenhang mit „Peripherie“ auf. Die Schüler konnten den Begriff zu diesem Zeitpunkt nicht einordnen, obwohl er zwei Stunden vorher besprochen wurde. Dadurch zeigt sich ein Bedarf an Systematisierung, der durch Strukturmodelle gedeckt werden kann.

**Verwechslung von Fachbegriffen:** Der Informatikunterricht bringt häufig das Problem von inhomogenen Schülergruppen mit sich. Während einige Schüler bereits Erfahrungen mit Informatiksystemen gemacht haben, können andere noch keine entsprechenden Kenntnisse aufweisen. In solchen Gruppen gestaltet sich die Kommunikation unter den Gruppenmitgliedern schwierig, da sich der Gebrauch der Fachsprache bei den Beteiligten stark unterscheidet. Diese Problematik wird durch die Verbreitung von Informatik-

systemen und den Einfluss der Fachsprache auf den allgemeinen Sprachgebrauch verstärkt. In Gruppenarbeiten kann dies dazu führen, dass ein einzelner Schüler die Arbeit macht, da es einfacher erscheint, als den Gruppenmitgliedern alles genau zu erklären. Gerade fortgeschrittene Schüler verwenden Fachbegriffe oder Abkürzungen, die vorher nicht eingeführt wurden und damit andere Schüler verunsichern oder sie sogar abschrecken. Deshalb ist ein Fachbegriff, der beispielsweise von einem Schüler genutzt wird, zu klären, aber ggf. auch zurückzuweisen, wenn der Fachbegriff unpassend ist, was anhand eines Strukturmodells begründbar ist. Dabei zeigte sich im Unterrichtsprojekt nicht zuletzt am Begriff Arbeitsspeicher im VNR-Modell, dass Begriffe verwendet werden, ohne dass der Sprecher sie verstanden hat, wodurch dann nicht nur beim Sprecher, sondern auch bei anderen Schülern Unklarheit entstand. Da die Strukturmodelle den Schülern im Vorfeld des Unterrichts meist unbekannt sind, bieten sie eine Grundlage für eine gemeinsame Fachsprache, die keinen Schüler ausgrenzt.

**Falsche oder fehlende Beziehungen zwischen Fachbegriffen:** Die Schüler müssen erlernen, Begriffe in ein Strukturmodell einzuordnen. Eine beobachtete Fehlvorstellung durch falsch verwendete bzw. eingeordnete Fachbegriffe zeigte sich dadurch, dass ein Schüler auf die Frage, welche Ebenen eines Rechners es gibt, antwortete: „CPU, Speicher und Eingabe-/Ausgabe“. Irrelevante Fachbegriffe für die Kompetenzentwicklung mit Informatiksystemen sind mit Hilfe des Lehrers anhand von Strukturmodellen aufzudecken.

Eine klare Fachsprache ist nicht nur Grundlage von Kommunikation über Informatiksysteme, sondern auch eine Voraussetzung bei der Ausprägung von kognitiven Modellen. So kann die Verwendung von falschen Begriffen zu inkonsistenten Vorstellungen und Verwirrungen führen. Ein erstes kognitives Modell eines Informatiksystems wird aufgebaut und in späteren Phasen verändert, z.B. erweitert oder korrigiert.

Aus den beschriebenen Problemen ergeben sich die folgenden wissenschaftlichen Fragen:

1. *Wie können KIS-förderliche Strukturmodelle zu einer Strukturierung und Vernetzung der Fachsprache beitragen?*
2. *Welche Schülertätigkeiten und Lernhilfen unterstützen Schüler, eine KIS-förderliche Fachsprache zu entwickeln?*
3. *Wie sind Unterrichtsvarianten bezüglich einer KIS-förderlichen Fachsprache zu bewerten?*

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Die Vorbereitungen für das Unterrichtsprojekt KIS wurden von April bis Oktober 2008 durchgeführt. Das Konzept und die Unterrichtspläne wurden in Zusammenarbeit mit dem FJM erarbeitet. Von Oktober bis Dezember 2008 erfolgte die Durchführung in einem Grundkurs der Jahrgangsstufe 12. Anschließend wurde eine Auswertung der gesammelten Daten durchgeführt. Stärken und Schwächen des Unterrichtsprojekts KIS wurden analysiert und wissenschaftliche Fragestellungen zur Weiterentwicklung formuliert.

Eine erneute Durchführung des Unterrichtsprojekts KIS war ursprünglich für Herbst 2009 vorgesehen. Nach Auswertung und Diskussion mit den Lehrern des FJM wurde beschlossen das Unterrichtsprojekt in drei Blöcke (A: Von-Neumann-Blockmodell, B: Schichtenmodelle und C: Entwurfsmuster) zu unterteilen. Dies bietet drei Vorteile:

1. Die Strukturmodelle können einzeln eingeführt und intensiver im Unterricht behandelt werden.
2. Zusätzlich zu den Block- und Schichtenmodellen (Blöcke A und B) können die Entwurfsmuster im dritten Block (Block C) eingeführt werden.
3. Das Unterrichtsprojekt lässt sich durch die Aufteilung einfacher in das Kurskonzept des FJM integrieren.

Block A soll bereits im Frühling 2009 in einem Grundkurs der Jahrgangsstufe 11 erneut durchgeführt werden. Die Blöcke B und C werden in das erste bzw. zweite Halbjahr der Jahrgangsstufe 12 desselben Kurses gelegt.

Mit diesen nächsten Schritten erfolgt die partnerschaftliche Weiterentwicklung des Unterrichtsprojekts KIS, um die beobachteten kognitiven Barrieren zu überwinden und die wissenschaftlichen Fragen (vgl. Abschnitte 3.3 und 4.3) zu beantworten. Die bisherige Forschungsk Kooperation zwischen dem FJM und dem Lehrstuhl DIE wird von den beteiligten Lehrern als sehr wertvoll eingeschätzt: „Die Schülerinnen und Schüler haben die wichtige Erfahrung gemacht, dass Informatik mehr ist als nur programmieren. Für beide Seiten war die bisherige Kooperation gewinnbringend. Sie ermöglicht nicht nur die Verzahnung von Forschung und Unterrichtspraxis, sondern sie trägt auch zur Entwicklung eines fundierten informatischen Grundwissens bei“ [GK08].

## Literaturverzeichnis

- [GI08] Gesellschaft für Informatik (GI) e.V. Grundsätze und Standards für die Informatik in Schulen, Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, 2008, [www.informatikstandards.de](http://www.informatikstandards.de), 23.02.2009.
- [Gi08] Gierhardt, H.: Rechnerinterne Vorgänge: CPU-Simulation als Rollenspiel, [www.oberstufeninformatik.de/dc/Rollenspiel.pdf](http://www.oberstufeninformatik.de/dc/Rollenspiel.pdf), 23.02.2009.
- [GK08] Ganea, M.; Koch H.: Kooperation zwischen dem Fürst-Johann-Moritz-Gymnasium und dem Institut „Didaktik der Informatik und E-Learning“ an der Universität Siegen. In (Schubert, S.; Stechert, P. Hrsg.): *Bildungskonzepte für Internetworking und eingebettete Mikrosysteme*. Siegen, Universitätsverlag Siegen - universi, 2008, S. 115-120.
- [Gn07] Gnahn, D.: Kompetenzen – Erwerb, Erfassung, Instrumente. Studententexte für Erwachsenenbildung. Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, Bertelsmann, Bielefeld, 2007.
- [Ke96] Kelling, C.: Lernmaterialien zur Technischen Informatik. Aufbau, Konzepte und Funktionsweisen von Computersystemen, Diplomarbeit, Universität Hamburg, 1996, [tech-www.informatik.uni-hamburg.de/applets/baukasten/DA/VNR\\_Simulation\\_3.html](http://tech-www.informatik.uni-hamburg.de/applets/baukasten/DA/VNR_Simulation_3.html), 23.02.2009.
- [SS07] Stechert, P.; Schubert, S.: A Strategy to Structure the Learning Process towards Understanding of Informatics Systems. In (D. Benzie und M. Iding, Hrsg.), *Proceedings of IFIP-Conference on „Informatics, Mathematics and ICT: A golden triangle“*, 2007.

- [St08] Stechert, P.: Combining Different Perspectives on Informatics Systems – A Case Study at Upper Secondary Level. In (S. Wheeler, D. Brown und A. Kassam, Hrsg.), *Proceedings of Joint Open and Working IFIP conference on „ICT and Learning for the Net Generation“*, 2008, [cs.anu.edu.au/iojs/index.php/ifip/article/viewFile/1003/7](http://cs.anu.edu.au/iojs/index.php/ifip/article/viewFile/1003/7), 23.02.2009.
- [St09] Stechert, P.: Fachdidaktische Diskussion von Informatiksystemen und der Kompetenzentwicklung im Informatikunterricht. Dissertationsschrift. Fachbereich Elektrotechnik und Informatik, Universität Siegen, 2009.
- [Ta05] Tanenbaum, A.: Computerarchitektur. Strukturen – Konzepte – Grundlagen. 5. Auflage, München, Pearson Studium, 2005.