Unterrichtsmodellentwicklung zur Förderung des Informatiksystemverständnisses mit Entwurfsmustern

Peer Stechert

Didaktik der Informatik und E-Learning
Universität Siegen
Hölderlinstr. 3
57068 Siegen
stechert@die.informatik.uni-siegen.de

Abstract: Die Förderung des Informatiksystemverständnisses ist eine vorrangige Aufgabe des Informatikunterrichts. Die vorliegende Arbeit stellt eine Herangehensweise zur Entwicklung eines Unterrichtsmodells für die Lernenden in der Sekundarstufe II vor. Aufbauend auf einer Unterrichtsreihe zur objektorientierten Modellierung (OOM) wird ein kognitiver Zugang zu Wirkprinzipien in Informatiksystemen beschrieben. Dieser basiert auf objektorientierten Entwurfsmustern als Repräsentation vernetzter Fundamentaler Ideen der Informatik.

1 Motivation

Historisch wurden Computer als programmgesteuerte, isolierte Universalrechner betrachtet. Dies geht sowohl auf das theoretische Modell der Turingmaschine als auch auf die ersten elektronischen Rechenmaschinen zurück. Daraus resultierte jedoch eine Black-Box-Sichtweise auf den Einzelplatzrechner, dessen Eingabe- und Ausgabeverhalten durch sequenziell ablaufende Vorgänge erklärt wurde. Da es der Auftrag des Informatikunterrichts ist, das Verstehen und Gestalten der Lebenswelt zu fördern, wird die seit den 1990er Jahren zunehmend auftretende Vernetzung von Rechnern in lokalen Netzen und mit dem Internet für ein Informatiksystemverständnis relevant. Es „stellt sich ein Computersystem somit dar als Gruppe gleichrangiger, selbstständiger, einigermaßen intelligenter Akteure, die bestimmte Aufgaben erledigen und dazu miteinander und mit der Umgebung interagieren“ [BB95, S. 28]. Für den Informatikunterricht in der Sekundarstufe II rückt das für ein Systemverständnis notwendige vernetzte Denken in den Vordergrund: „Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten erfordert problem- und prozessbezogenes Denken und Denken in Zusammenhängen“ [Ri99, S. XII]. Insbesondere „Fragen nach den Wirkprinzipien von Informatiksystemen sollen klären, wie diese aufgebaut sind, nach welchen Funktionsprinzipien ihre Komponenten effizient zusammenwirken und wie diese sich in größere Systemzusammenhänge einordnen lassen“ [Ri99, S. 6]. Wir werden im Folgenden den Begriff „Informatiksystem“ verwenden:

> „Als Informatiksystem bezeichnet man die spezifische Zusammenstellung von Hardware, Software und Netzverbindungen zur Lösung eines Anwendungsproblems. Eingeschlossen sind alle durch die Einbettung des Systems in den Anwendungsbereich beabsichtigten oder verursachten nicht technischen Fragestellungen und ihre Lösungen, also Fragen der Gestaltung des Systems, der Qualifizierung der Nutzer, der Sicherheit sowie der Auswirkungen und Folgen des Einsatzes. Informatik ist dann die Wissenschaft von Entwurf und Gestaltung von Informatiksystemen." [CS03, S. 301]

Mit den Schwerpunkten Entwurf, Gestaltung und Vernetzung von Informatiklösungen ist der Rahmen gesteckt für ein Unterrichtsmodell zum Verstehen von Informatiksystemen und für ein tragfähiges kognitives Modell der Lernenden von Informatiksystemen. Grundlage dessen sind Beiträge zum Verständnis der spezifischen Zusammenstellung von Informatiksystemkomponenten. Zur Klärung des Begriffs „Unterrichtsmodell" seien folgende Begriffsdefinitionen gegeben: Ein didaktisches Modell ist ein „Theoriegebäude zur Analyse und Modellierung" von Lehr-Lern-Prozessen und klärt „theoretisch umfassend und praktisch folgenreich die Voraussetzungen, Möglichkeiten, Folgen und Grenzen" didaktischen Handelns [JM03, S. 35]. Ein Unterrichtskonzept bietet „Gesamtorientierungen didaktisch-methodischen Handelns [...]. Probleme didaktischer Theoriebildung treten oft […] in den Hintergrund" [JM03, S. 305f]. Auf dieser Basis sei ein Unterrichtsmodell definiert als ein theoretisch begründeter Rahmen für praktische Unterrichtskonzepte. Ein handlungsorientierter Lernprozess mit der OOM als Abstraktions-, Formalisierungs- und Entscheidungsprozess bietet sich als Basis für ein Unterrichtsmodell zur Förderung des Informatiksystemverständnisses mit Entwurfsmustern an. Denn eine ausgewogene Unterrichtsstruktur zu „Informatisches Modellieren" und „Wirkprinzipien von Informatiksystemen" ist für den Lernprozess anzustreben [SS04]. Dieser Artikel leistet einen Beitrag zur Bestimmung eines angemessenen Verhältnisses dieser Schwerpunkte indem Vorgehensweisen und Kriterien zur Ausgestaltung von Informatikunterricht hinsichtlich des Verstehens von Informatiksystemen entwickelt werden.

Zur Motivation des Lernprozesses stellt sich die Frage nach zeitgemäßen Konzepten und Modellen zur Förderung des Systemverständnisses bezüglich Aufbau, Arbeitsweise und Vernetzung, die in Abschnitt 2 beantwortet wird. Ausgangspunkt dieser Arbeit ist eine lernerzentrierte didaktische Klassifikation [St06] von objektorientierten Entwurfsmustern [Ga95] hinsichtlich ihres Beitrags zum Informatiksystemverständnis, deren Essenz ebenfalls in Abschnitt 2 vorgestellt wird. Die Vorgehensweise zur Erstellung eines Unterrichtsmodells für die angestrebten Bildungsziele, welches das informatische Modellieren und die Wirkprinzipien von universellen Informatiksystemen in das Zentrum des Lernprozesses stellt, wird in Abschnitt 3 erläutert. Der Begriff der Vernetzung wird auf vier Ebenen verwendet: Vernetzung von Informatiksystemen, Vernetzung von Entwurfsmustern, Vernetzung von Fundamentalen Ideen der Informatik nach Schwill [Sc93] und Vernetzung kognitiver Prozesse. Die Vernetzung soll helfen, die kognitive Brücke zwischen isolierten Fundamentalen Ideen der Informatik und dem Ziel des Verstehens von Informatiksystemen zu errichten. Im Fokus liegt dabei die durch Entwurfmuster gegebene Vernetzung von Fundamentalen Ideen der Informatik, womit auch der Bildungswert begründet wird. Der vorliegende Artikel ist Teil des Dissertationsprojektes des Autors zum Informatiksystemverständnis [St05]. Die Forschungsvorgehensweise setzt sich aus fünf Phasen zusammen:

In der ersten, theoretisch-konstruierenden Phase werden wissenschaftliche Fragen aufgedeckt. In der zweiten Phase werden Hypothesen gewonnen. Dabei liegen geistige und praktische Aktivitäten der Lernenden im Fokus. In der dritten Phase wird die Schlüssigkeit der erarbeiteten Theorie und deren Stimmigkeit mit anerkannten Theorien der Fachwissenschaft, der Fachdidaktik und der Lerntheorie überprüft. Als vierte Phase schließt sich die Überprüfung im unterrichtlichen Geschehen mit einer Machbarkeits- und Akzeptanzstudie an. Schlussendlich erlaubt die Evaluationsphase die Rückkopplung auf die vorhergehenden Phasen. Die vorliegende Unterrichtsmodellentwicklung ist Bindeglied zwischen theoretischer Fundierung des Ansatzes und praktischer Umsetzung in Schulen und somit als Übergang von der dritten zur vierten Phase einzuordnen.

2 Informatiksystemverständnis

2.1 Fachdidaktische Erkenntnisse zu Wirkprinzipien in Informatiksystemen

Ziel des Forschungsvorhabens des Autors ist die Förderung des Informatiksystemverständnisses in der Sekundarstufe. Die OOM gilt als ein wichtiges und zeitgemäßes Konzept für den Informatikanfangsunterricht und wird vornehmlich in der Sekundarstufe II behandelt. Zur thematischen Eingrenzung des Forschungsvorhabens sei das Forschungsfeld auf den Informatikunterricht nach einem Anfangsunterricht zu OOM in der Sekundarstufe II beschränkt und die in Abschnitt 3 vorgestellte Vorgehensweise zur Erstellung eines Unterrichtsmodells darauf ausgerichtet. Hypothese ist, dass objektorientierte Entwurfsmuster als so genannte Wissensrepräsentationen – insbesondere für vernetzte Fundamentale Ideen der Informatik – das Informatiksystemverständnis fördern. In Anlehnung an die Terminologie in der Kognitionswissenschaft [An01] und der Forschung zur künstlichen Intelligenz [CS03, S. 361] werden Wissensrepräsentationen verwendet, um zu komprimieren, zu veranschaulichen sowie das Lernen und Rekapitulieren zu unterstützen. Wissensrepräsentationen sind meist auf bestimmte Domänen beschränkt.

Die Hypothese ist begründet durch folgende Punkte:

1. Objektorientierte Entwurfsmuster sind als abstrahierte Lösungen wiederkehrender Entwurfsprobleme Wissensrepräsentationen für Entwurfsheuristiken zur Gestaltung von Informatiksystemen,
2. sie betonen den Vernetzungsaspekt, da sie als Strukturelemente auf vielfältige Weise kombiniert werden können („Pattern Language“),
3. ihnen sind Fundamentale Ideen der Informatik inhärent, die – bei der Kombination von Entwurfsmustern – mit den Fundamentalen Ideen der Informatik in anderen Entwurfsmustern vernetzt werden.

Demnach sind Entwurfsmuster Träger von Fundamentalen Ideen der Informatik, d. h. sie sind eine Repräsentation für diese Fundamentalen Ideen der Informatik. Damit ist insbesondere für den Informatikunterricht in der Sekundarstufe II der Bildungswert von Entwurfsmustern begründbar.

Außerhalb des hier Untersuchten ergibt sich die Frage nach weiteren Wissensrepräsentationen. Angedeutet sei ein Vergleich mit Algorithmen als Trägern Fundamentaler Ideen der Informatik. Algorithmen betonen die Masteridee „Algorithmisierung“ der Fundamentalen Ideen der Informatik sehr stark, während die beiden weiteren Masterideen „strukturierte Zerlegung“ und „Sprache“ meist nur unter dynamischen Gesichtspunkten eines ablaufenden Algorithmus transportiert werden. Im Gegensatz dazu können Entwurfsmuster immer auch als Modellierungsbausteine, d. h. der „strukturierten Zerlegung“ zugehörend, gesehen werden. Sie beschreiben aber ebenso oft dynamische Abläufe aus dem Bereich der „Algorithmisierung“ und der „Sprache“. Beispielhaft dafür seien die Entwurfsmuster Interpreter, zur Darstellung regulärer Sprachen, und Iterator, der die unterschiedlichen Traversierungsalgorithmen implementiert, genannt. Das schrittweise Analysieren der Komponenten des Informatiksystems, das Verbinden der Komponenten und Wirkprinzipien zu verzahnten Prozessen und das Problemlösen mit dem Informatiksystem stehen bei dem angestrebten Lernprozess zum Verstehen von Informatiksystemen im Vordergrund. Nach Ossimitz [Os00] umfasst systemisches Denken: Vernetztes Denken, Denken in Modellen, dynamisches Denken und systemisches Handeln. Zum vernetzten Denken sind entsprechende Darstellungsmittel notwendig. Das bedeutendste Denkwerkzeug der Systemwissenschaft ist das Wirkungsdiagramm [Os00]. Das Wirkungsdiagramm visualisiert die vernetzten Fundamentalen Ideen der Informatik.

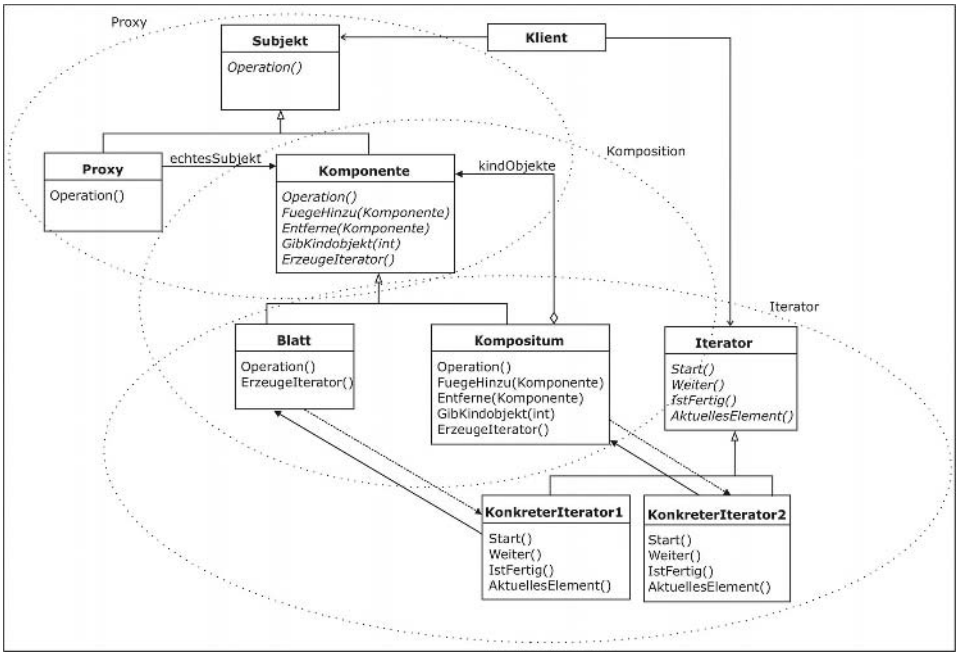

Abbildung 1: Klassendiagramm der kombinierten Entwurfsmuster

Das folgende in Abb. 1 dargestellte Beispiel veranschaulicht die Vernetzung von Entwurfsmustern und ihnen innewohnenden Fundamentalen Ideen. Es ist Grundlage des Unterrichtsmodells in Abschnitt 3, das über die für das Informatiksystemverständnis notwendige Vernetzung der Wirkprinzipien motiviert wird.

Die drei Entwurfsmuster Kompositum, Proxy und Iterator sind so kombiniert, dass der Iterator alle Elemente eines zusammengesetzten Objektes, des Kompositums, nacheinander iteriert.

Kompositum	**Iterator**	**Proxy**
Rekursion	Rekursion	Zugriffskontrolle
Baumstruktur	Polymorphie	Platzhalter/Referenz
Schnittstelle	In-/preorder Traversierung	Schnittstelle
Klassenhierarchie	Stack-Datenstruktur	Vererbung
Polymorphie	Schnittstelle	Interaktionsregelung
Teil-Ganzes-Beziehung		Kapselung
Vererbung		Polymorphie

Tabelle 1: Entwurfsmuster als Träger Fundamentaler Ideen der Informatik

Der Proxy kontrolliert den Zugriff auf das zusammengesetzte Objekt. Zur Auflockerung und Motivation der Lernenden können unterschiedliche Szenarios in Gruppenarbeit erstellt werden.

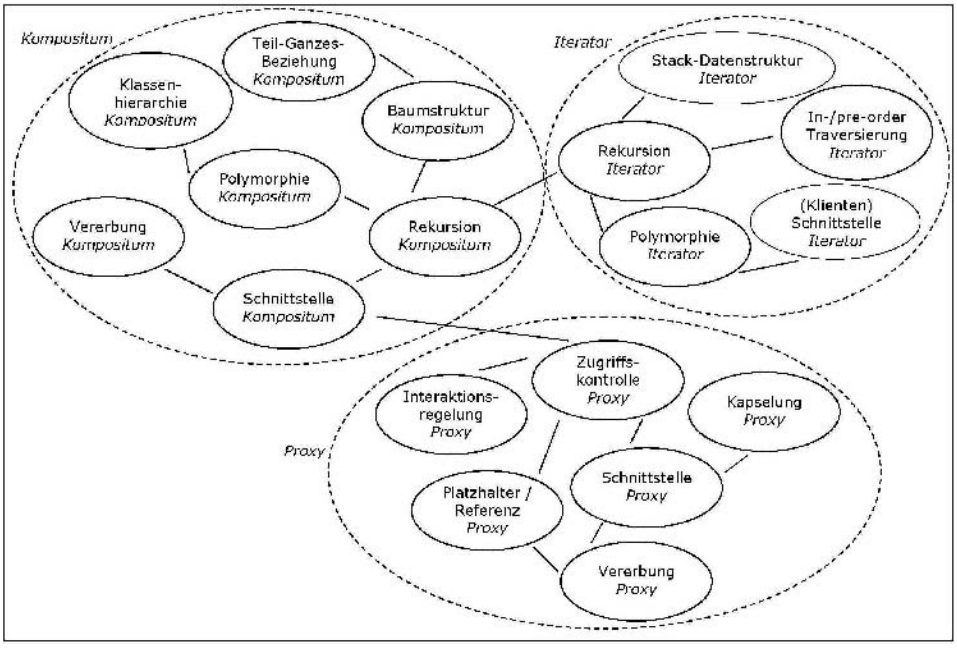

Abbildung 2: Wirkungsdiagramm zur Kombination der Entwurfsmuster

Diese können beispielsweise eine Speisekarte (Kompositum) mit Kellner (Proxy) und einem die Menüeinträge zählenden Gast (Iterator) sein oder eine zusammengesetzte Grafik (Kompositum), die in ein Dokument eingebunden wird.

Die Grafik wird durch einen leeren Rahmen (Proxy) bis zu einem konkreten Aufruf repräsentiert und anschließend von einem Leser auf die Anzahl der Objekte geprüft (Iterator). Einige der den Entwurfsmustern Kompositum, Proxy und Iterator zugehörenden Fundamentalen Ideen der Informatik sind in Tab. 1 bezüglich des Beispiels aufgeführt. Als Elemente des zu erstellenden Wirkungsdiagramms sind einige Fundamentale Ideen der Informatik mehrfach aufgeführt, entsprechend dem Entwurfsmuster, in dem sie enthalten sind. Die Reihenfolge der Fundamentalen Ideen der Informatik in Tab. 1 ist gewichtet nach Eignung des Entwurfsmusters als Repräsentation dieser Fundamentalen Idee der Informatik (vgl. [St06, HS02]). Die Vernetzung dieser Fundamentalen Ideen bei der Kombination der Entwurfsmuster ist in Abb. 2 ersichtlich. Die eingezeichneten Wirkbeziehungen sind nicht vollständig (vgl. [St06]), geben aber einen Überblick über wichtige Abhängigkeiten. Insbesondere die Verbindungspunkte der Entwurfsmuster sind hier beachtenswert. Die rekursive Struktur des Kompositums bedingt die Baumstruktur, die eine Teil-Ganzes-Beziehung beschreibt. Sie ermöglicht außerdem zusammen mit der Vererbung die einheitliche Schnittstelle des Kompositums und erzwingt eine rekursive Iteration. Zugriffskontrolle über den Proxy wird durch die einheitliche Schnittstelle des Kompositums ermöglicht. Auswahlkriterien für die genannten Wirkbeziehungen sind die Stufen des Lernprozesses, wie sie in Abschnitt 3 aufgeführt werden. Dadurch ergibt sich die Lesart für die Richtung der Wirkbeziehungen. Vernachlässigt wird in diesem Beispiel Sprache als Fundamentale Idee der Informatik, die durch die Darstellung in UML und die Kombination der Entwurfsmuster auf UML-Basis gegeben ist (vgl. [St06]). Die vernetzte Darstellung von Fundamentalen Ideen der Informatik in Wirkungsdiagrammen ist nicht auf OOM und Softwaresysteme beschränkt. Da die den Entwurfsmustern zugrunde liegenden Fundamentalen Ideen der Informatik Wirkprinzipien in allen Informatiksystemen sind, ist durch dieses Beispiel ein kognitiver Zugang zu größeren Systemen zu erwarten.

2.2 Fachwissenschaftliche Modelle zur Beschreibung von Informatiksystemen

Nach [CS03] lassen sich Informatiksysteme, d. h. die Zusammenfassung mehrerer Komponenten zu einer Einheit, auf folgende Kriterien untersuchen:

- ein nach außen sichtbares Verhalten (Black Box),
- eine innere Struktur (White Box),
- spezifikationsbedingte Eigenschaften (z. B. Implementierungsdetails).

Ein Ansatz zur Förderung des Verstehens von Informatiksystemen beruht auf Blockschaltbildern, die eine Synthese aus mathematisch-logischer Beschreibung und der technischen Umsetzung repräsentieren. Es wird jedoch nur die Vernetzung von Komponenten eines isolierten Informatiksystems beschrieben. Dynamische Aspekte werden nicht repräsentiert. Das Schichtenmodell kann als Weiterentwicklung des Blockschaltbildes eine hierarchische Strukturierung von Systemkomponenten darstellen und Komponenten gruppieren. Damit werden die für das Systemverständnis notwendigen Schnittstellen und der Kommunikationsfluss beschrieben. Automatenmodelle betonen die Zustände und Zustandsübergänge, also dynamische Aspekte.

Dies ermöglicht eine Beschreibung von Systemzuständen und Ereignisketten. In der OOM entspricht die Model-View-Controller-Architektur einer objektorientierten Variante des Schichtenmodells mit der Trennung von Datenhaltung, Fachkonzept und Darstellung. Zusammenfassend beschreiben Blockschaltbilder somit die Beziehungen zwischen Komponenten eines isolierten Informatiksystems, während 3-Schichtenmodelle als Architektur die Beziehungen zwischen Komponentengruppen abbilden. Die 4-Schichtenarchitektur des Internets beschreibt die Beziehungen zwischen Komponentengruppen und ist in direktem Zusammenhang mit der Vernetzung von Informatiksystemen zu sehen [PD03]. Die komponentenbasierte Sichtweise sei im Folgenden erweitert um die prozessbasierte Sichtweise. Hiernach werden die äußere Struktur eines Informatiksystems (Black-Box) und insbesondere dessen Architektur, durch große langsame Prozesse definiert, während das Innere des Systems durch kleine und schnelle Prozesse bestimmt ist. Diese neue Sichtweise wird notwendig, wenn wir Entwurfsmuster als Wissensrepräsentation von vernetzten Fundamentalen Ideen ansehen und sie als interagierende Prozesse einer Mikroebene im System untersuchen. Die Sichtweise als interagierende, sich wandelnde Prozesse verdeutlicht das für Systemverständnis notwendige vernetzte Denken. Entwurfsmuster fördern das Informatiksystemverständnis, da sie als Wissensrepräsentation für eine bestimmte Menge vernetzter Fundamentaler Ideen den Lernenden helfen, diese Ideen selbst wieder zu erkennen, einzusetzen und zu vernetzen. In nicht mit Entwurfsmustern erstellten objektorientierten Modellen ist das Erkennen solcher Wirkprinzipien ungleich schwieriger, da es keine wieder erkennbaren Strukturen gibt. In großen Softwareprojekten gestaltet sich jedoch selbst das Wiedererkennen einzelner Entwurfsmuster schwierig, da sie mit anderen Entwurfsmustern „verschmelzen“, d. h., dass sie ihre Klassenstruktur durch Synergieeffekte mit anderen Entwurfsmustern ändern. Hypothese ist hier, dass durch Kenntnis der Fundamentalen Ideen der Informatik in diesen Entwurfsmustern die Verschmelzung erklärbar und kognitiv leichter erfassbar wird.

3 Unterrichtsmodell für Informatiksystemverständnis

Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Erstellung eines Unterrichtsmodells, d. h. eines theoretischen Rahmens für das Verstehen von Informatiksystemen im Informatikunterricht der Sekundarstufe II, vorgestellt. Grundlage des Modells ist eine lernerorientierte Klassifikation von einzelnen und zusammengesetzten Entwurfsmustern bezüglich der oben genannten Charakteristika von Informatiksystemen und den Fundamentalen Ideen der Informatik (vgl. [St06]). Der Lernprozess sei in Lernphasen strukturiert. Für jede Phase werden Lernziele, -inhalte, -methoden und ggf. Lernsoftware sowohl für die Mindestanforderungen als auch für darüber hinaus gehende Anforderungen angegeben. Die Vorkenntnisse der Lernenden in der Sekundarstufe II sind Basiskonzepte der OOM, die sie verstehen und anwenden können. Sie können Objekte identifizieren und beschreiben sowie deren Zustände und Eigenschaften erkennen. Formalisierte Abstraktion der Objekte zu Klassen mit Attributen und Operationen kann von den Lernenden durchgeführt werden. Die Beziehungen zwischen Klassen können als Assoziationen (hat-, kennt-Relationen und Vererbungshierarchien) beschrieben werden. Ausgewählte Elemente der Sprache „Unified Modelling Language“ (UML) können genutzt werden, um Klassen und Objekte zu interpretieren und selbstständig zu erstellen. Begründet durch den wissen-

schaftspropädeutischen Auftrag des Schulfachs Informatik in der Sekundarstufe II und der damit einhergehenden Notwendigkeit des Informatiksystemverständnisses, sind die Lernziele S_i des Unterrichtsmodells angelehnt an die drei Charakteristika eines zu analysierenden und zu konstruierenden Informatiksystems (vgl. Beispiel in Abschnitt 2.1):

- S_1: Das Verstehen wesentlicher Aspekte des nach außen sichtbaren Verhaltens.
- S_2: Das Verstehen von Aspekten der inneren Struktur, die auf Fundamentalen Ideen der Informatik als Wirkprinzipien basieren.
- S_3: Das Verstehen spezifikationsbedingter Eigenschaften, die exemplarisch aus der Gruppe der typischen Eigenschaften ausgewählt werden.

Die Lernphasen werden spiralförmig wiederkehrend auf den größer werdenden Untersuchungsbereich des im Unterricht behandelten Informatiksystems angewendet. Nachfolgend werden diese Groblernziele zur Gliederung in drei Phasen genutzt. In der ersten Phase werden drei Teillernziele angestrebt:

- S_{11}: Das Konzept der Liste und der Listentraversierung anhand des Black-box-Testens verstehen sowie weitere Anforderungen mittels Entwurfsmuster Iterator erklären können.
- S_{12}: Das Konzept der Zugriffskontrolle anhand des Entwurfsmusters Proxy verstehen.
- S_{13}: Phänomenologische Vorwegnahme des Konzepts der Baumstrukturen und deren Traversierung mittels Rekursion.

Mindestanforderungen in dieser Lernphase sind das Erkennen von Listen und Schlangen und die Notwendigkeit des schrittweisen Durchlaufens sowie der Zugriffskontrolle. Durch die Suche nach Lebensweltbeispielen wie der Warteschlange kann die Liste als Datenstruktur erkannt werden. Zur Traversierung der Liste kann nun eine dem Iterator ähnliche Struktur verwendet werden. Die Lernenden erarbeiten, wie ein Iteratorobjekt für eine konkrete Liste aussieht. Danach sollen sie ein Proxyobjekt für ein konkretes, vor Zugriff zu schützendes Subjekt objektorientiert modellieren. Es ist zu erwarten, dass das Konzept der Zugriffskontrolle durch den Lebensweltbezug schnell ersichtlich ist. Beispielsweise wird es im Internet durch den Proxy-Server und in der nicht technischen Lebenswelt durch einen Pförtner repräsentiert. Darüber hinaus können die Lernenden das Iteratorklassendiagramm erarbeiten, das von Traversierungsalgorithmus und Datenstruktur abstrahiert. Das Proxyklassendiagramm kann mit Blick auf die Fundamentalen Ideen der Informatik erarbeitet werden. So benötigt der Stellvertreter das von außen gleiche Aussehen (Schnittstelle) wie das zu vertretende Objekt (Vererbung, Polymorphie). Software, die den Lernprozess zur Iteration unterstützt, ist beispielsweise das Werkzeug ANIMAL zur Visualisierung von Algorithmen [Ro02].

In der zweiten Lernphase werden folgende Teillernziele angestrebt:

- S_{21}: Das Konzept der Baumstruktur und der Rekursion anhand des Entwurfsmusters Kompositum verstehen.
- S_{22}: Das Konzept der Traversierung von Baumstrukturen mittels Rekursion anhand der Entwurfsmusterkombination Kompositum und Iterator verstehen.

Mindestanforderung in dieser Lernphase ist das Erkennen von Hierarchieebenen, die Gruppierung von Elementen in Hierarchien, das Verstehen des Konzepts der Rekursion und das Traversieren von Baumstrukturen mit einem einfachen preorder-Algorithmus. Ein offener Unterrichtseinstieg zur rekursiven Zusammensetzung von Objekten aus Einzel- und zusammengesetzten Objekten lässt Schülerinnen und Schüler Lebensweltbeispiele nach Art des Entwurfsmusters Kompositums finden. Darüber hinaus können die Lernenden die Erweiterung der Baumstruktur um unterschiedliche Gruppierungen durchführen. Die Notwendigkeit der Terminierung und der Abbruchbedingungen wird von den Lernenden erkannt. Erarbeitung des Kompositumklassendiagramms durch die Lernenden sichert das bereits vorhandene Wissen zur OOM. Das Iterieren über die rekursive Struktur des Kompositums kann zusammen mit dem Prinzip des Stacks erarbeitet werden. Hierbei können verschiedene Algorithmen angewendet werden. Anschließend können die Lernenden ein konkretes Beispiel, wie die Schulhierarchie, selbst modellieren und programmieren.

In der dritten Lernphase wird folgendes Teillernziel angestrebt:

S_{31}: Das Konzept der Schnittstelle als Vertiefung des Vererbungsprinzips anhand der Kombination der Entwurfsmuster Kompositum und Proxy verstehen.

Mindestanforderung dieser Lernphase ist das Verständnis für die Kombination von Komponenten über definierte Schnittstellen. Darüber hinaus kann durch Kombination von Kompositum, Proxy und Iterator ein Lebensweltbeispiel modelliert werden (Speisekarte, Grafik; vgl. Beispiel in Abschnitt 2.1). Hilfreich kann eine Lernsoftware sein, wie sie zurzeit an der Universität Siegen von der studentischen Projektgruppe „Pattern Park“ erstellt wird [PP06]. In dieser Software werden verschiedene Entwurfsmuster vorgestellt, und die Kombination von Entwurfsmustern wird als Lerngegenstand behandelt. Alternativ kann zur Motivation ein vorgefertigtes Modell eines komplexen Lebensweltbeispiels bereits in der ersten Lernphase an die Lernenden ausgegeben werden.

4 Schlussfolgerungen und weitere Arbeit

In diesem Beitrag wurde die Vorgehensweise zur Erstellung eines Unterrichtsmodells für Informatiksystemverständnis mit objektorientierten Entwurfsmustern als zeitgemäßer Repräsentation von vernetzten Fundamentalen Ideen der Informatik vorgestellt. Das Unterrichtsmodell beruht auf der Einbindung von verschiedenen Sichten auf ein Informatiksystem und der Vernetzung Fundamentaler Ideen der Informatik. Ein eingehender Vergleich mit weiteren Wissensrepräsentationen wie den Algorithmen ist durchzuführen. Zur Darstellung der Fundamentalen Ideen der Informatik in Entwurfsmustern wurde das Wirkungsdiagramm vorgeschlagen.

Nächster Schritt ist die Umsetzung des Modells in den Informatikunterricht der Sekundarstufe II. Die Gewichtung der Lernphasen ist mit Informatiklehrerinnen und -lehrern zu diskutieren. Nach der Erprobung inklusive einer Akzeptanzstudie wird das Unterrichtsmodell gemeinsam mit den Fachlehrerinnen und Fachlehrern evaluiert und verfeinert. Die Umsetzung des Unterrichtsmodells für Informatiksystemverständnis im Informatikunterricht der Sekundarstufe II, welches auf objektorientierten Entwurfsmustern basiert, wird ein zentraler Aspekt des vorgestellten Dissertationsprojekts sein.

Literaturverzeichnis

[An01] Anderson, J. R.: Kognitive Psychologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin, 3. Auflage, 2001.

[BB95] Brauer W.; Brauer, U.: Informatik – das neue Paradigma. Änderungen von Forschungszielen und Denkgewohnheiten der Informatik. In: LOG IN, Nr. 4, 1995, S. 25-29

[CS03] Claus, V.; Schwill, A.: Duden Informatik. Ein Fachlexikon für Studium und Praxis. Duden Verlag, Mannheim, 3. Auflage, 2003.

[Ga95] Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J.: Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, Reading, MA, 1995.

[HS02] Harrer, A. and Schneider, M.: Didaktische Betrachtung zur Unterrichtung von Software-Mustern im Hochschulbereich. In Lecture Notes in Informatics, Volume 22, S. 67-76 (2002).

[JM03] Jank, W.; Meyer, H.: Didaktische Modelle. Cornelsen Scriptor, Berlin, 6. Auflage, 2003.

[Os00] Ossimitz, G.: Qualitative Systemwissenschaften I, Vorlesungsskriptum, Universität Klagenfurt. 2000, URL: http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/lv/usw00/skr/pdf/skriptum.zip (21.02.2006).

[PD03] Peterson, L.; Davie, B.: Computernetze. Eine systemorientierte Einführung. Dpunkt-Verlag, Heidelberg, 3. Auflage, 2003.

[PP06] Pattern Park: Projektgruppe in der FG Didaktik der Informatik, Universität Siegen, URL: http://www.die.informatik.uni-siegen.de/lehre/arbeiten/Projekt/projektgruppe (24.06.2006).

[Ri99] Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen Richtlinien und Lehrpläne für die Sek. II – Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen: Informatik. Ritterbach Verlag GmbH, Frechen, 1. Auflage, 1999.

[Ro02] Rößling, G.: ANIMAL-Farm: An Extensible Framework for Algorithm Visualization. Dissertationsschrift. Universität Siegen, 2002. URL: http://elara.tk.informatik.tu-darmstadt.de/publications/2002/AnimalFarm.pdf (24.07.2006).

[Sc93] Schwill, A.: Fundamentale Ideen der Informatik. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 1 (1993) S. 20-31.

[Sc05] Schubert, S.: From Didactic Systems to Educational Standards. In Samways, B. (ed.) 8th IFIP World Conference on Computers in Education (WCCE 2005); 4-7 July 2005.

[SS04] Schubert, S.; Schwill, A.: Didaktik der Informatik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2004.

[St05] Stechert, P.: Entwurfsmuster in Bildungsprozessen. Doktorandenforum der 11. GI-Fachtagung Informatik und Schule - INFOS 2005, TU Dresden, URL: http://www.die.informatik.uni-siegende/ruppe/stechert/publikationen/infos05.pdf (24.07.2006).

[St06] Stechert, P.: Informatics System Comprehension – A learner-centred cognitive approach to networked thinking. In CD Proceedings of IFIP TC3/WG3.1, WG3.3 & WG3.5 Joint Conference "Imagining the future for ICT and Education". 26th-30th June 2006, Alesund, Norway, 2006.

GI-Edition Lecture Notes in Informatics

P-1 Gregor Engels, Andreas Oberweis, Albert Zündorf (Hrsg.): Modellierung 2001.

P-2 Mikhail Godlevsky, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications, ISTA'2001.

P-3 Ana M. Moreno, Reind P. van de Riet (Hrsg.): Applications of Natural Language to Information Systems, NLDB'2001.

P-4 H. Wörn, J. Mühling, C. Vahl, H.-P. Meinzer (Hrsg.): Rechner- und sensorgestützte Chirurgie; Workshop des SFB 414.

P-5 Andy Schürr (Hg.): OMER - Object-Oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems.

P-6 Hans-Jürgen Appelrath, Rolf Beyer, Uwe Marquardt, Heinrich C. Mayr, Claudia Steinberger (Hrsg.): Unternehmen Hochschule, UH'2001.

P-7 Andy Evans, Robert France, Ana Moreira, Bernhard Rumpe (Hrsg.): Practical UML-Based Rigorous Development Methods - Countering or Integrating the extremists, pUML'2001.

P-8 Reinhard Keil-Slawik, Johannes Magenheim (Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung, INFOS'2001.

P-9 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Innovative Anwendungen in Kommunikationsnetzen, 15. DFN Arbeitstagung.

P-10 Mirjam Minor, Steffen Staab (Hrsg.): 1st German Workshop on Experience Management: Sharing Experiences about the Sharing Experience.

P-11 Michael Weber, Frank Kargl (Hrsg.): Mobile Ad-Hoc Netzwerke, WMAN 2002.

P-12 Martin Glinz, Günther Müller-Luschnat (Hrsg.): Modellierung 2002.

P-13 Jan von Knop, Peter Schirmbacher and Viljan Mahni_ (Hrsg.): The Changing Universities – The Role of Technology.

P-14 Robert Tolksdorf, Rainer Eckstein (Hrsg.): XML-Technologien für das Semantic Web – XSW 2002.

P-15 Hans-Bernd Bludau, Andreas Koop (Hrsg.): Mobile Computing in Medicine.

P-16 J. Felix Hampe, Gerhard Schwabe (Hrsg.): Mobile and Collaborative Business 2002.

P-17 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Zukunft der Netze –Die Verletzbarkeit meistern, 16. DFN Arbeitstagung.

P-18 Elmar J. Sinz, Markus Plaha (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2002.

P-19 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3.Okt. 2002 in Dortmund.

P-20 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3.Okt. 2002 in Dortmund (Ergänzungsband).

P-21 Jörg Desel, Mathias Weske (Hrsg.): Promise 2002: Prozessorientierte Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen.

P-22 Sigrid Schubert, Johannes Magenheim, Peter Hubwieser, Torsten Brinda (Hrsg.): Forschungsbeiträge zur "Didaktik der Informatik" – Theorie, Praxis, Evaluation.

P-23 Thorsten Spitta, Jens Borchers, Harry M. Sneed (Hrsg.): Software Management 2002 - Fortschritt durch Beständigkeit

P-24 Rainer Eckstein, Robert Tolksdorf (Hrsg.): XMIDX 2003 – XML-Technologien für Middleware – Middleware für XML-Anwendungen

P-25 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Commerce – Anwendungen und Perspektiven – 3. Workshop Mobile Commerce, Universität Augsburg, 04.02.2003

P-26 Gerhard Weikum, Harald Schöning, Erhard Rahm (Hrsg.): BTW 2003: Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web

P-27 Michael Kroll, Hans-Gerd Lipinski, Kay Melzer (Hrsg.): Mobiles Computing in der Medizin

P-28 Ulrich Reimer, Andreas Abecker, Steffen Staab, Gerd Stumme (Hrsg.): WM 2003: Professionelles Wissensmanagement - Erfahrungen und Visionen

P-29 Antje Düsterhöft, Bernhard Thalheim (Eds.): NLDB'2003: Natural Language Processing and Information Systems

P-30 Mikhail Godlevsky, Stephen Liddle, Heinrich C. Mayr (Eds.): Information Systems Technology and its Applications

P-31 Arslan Brömme, Christoph Busch (Eds.): BIOSIG 2003: Biometric and Electronic Signatures

P-32 Peter Hubwieser (Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht – INFOS 2003

P-33 Andreas Geyer-Schulz, Alfred Taudes (Hrsg.): Informationswirtschaft: Ein Sektor mit Zukunft

P-34 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenberg, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 1)

P-35 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenberg, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 2)

P-36 Rüdiger Grimm, Hubert B. Keller, Kai Rannenberg (Hrsg.): Informatik 2003 – Mit Sicherheit Informatik

P-37 Arndt Bode, Jörg Desel, Sabine Rathmayer, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2003: e-Learning Fachtagung Informatik

P-38 E.J. Sinz, M. Plaha, P. Neckel (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2003

P-39 Jens Nedon, Sandra Frings, Oliver Göbel (Hrsg.): IT-Incident Management & IT-Forensics – IMF 2003

P-40 Michael Rebstock (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2004

P-41 Uwe Brinkschulte, Jürgen Becker, Dietmar Fey, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle, Thomas Runkler (Edts.): ARCS 2004 – Organic and Pervasive Computing

P-42 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Economy – Transaktionen und Prozesse, Anwendungen und Dienste

P-43 Birgitta König-Ries, Michael Klein, Philipp Obreiter (Hrsg.): Persistance, Scalability, Transactions – Database Mechanisms for Mobile Applications

P-44 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): Security, E-Learning. E-Services

P-45 Bernhard Rumpe, Wofgang Hesse (Hrsg.): Modellierung 2004

P-46 Ulrich Flegel, Michael Meier (Hrsg.): Detection of Intrusions of Malware & Vulnerability Assessment

P-47 Alexander Prosser, Robert Krimmer (Hrsg.): Electronic Voting in Europe – Technology, Law, Politics and Society

P-48 Anatoly Doroshenko, Terry Halpin, Stephen W. Liddle, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications

P-49 G. Schiefer, P. Wagner, M. Morgenstern, U. Rickert (Hrsg.): Integration und Datensicherheit – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven

P-50 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 1) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm

P-51 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 2) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm

P-52 Gregor Engels, Silke Seehusen (Hrsg.): DELFI 2004 – Tagungsband der 2. e-Learning Fachtagung Informatik

P-53 Robert Giegerich, Jens Stoye (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics – GCB 2004

P-54 Jens Borchers, Ralf Kneuper (Hrsg.): Softwaremanagement 2004 – Outsourcing und Integration

P-55 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): E-Science und Grid Adhoc-Netze Medienintegration

P-56 Fernand Feltz, Andreas Oberweis, Benoit Otjacques (Hrsg.): EMISA 2004 - Informationssysteme im E-Business und E-Government

P-57 Klaus Turowski (Hrsg.): Architekturen, Komponenten, Anwendungen

P-58 Sami Beydeda, Volker Gruhn, Johannes Mayer, Ralf Reussner, Franz Schweiggert (Hrsg.): Testing of Component-Based Systems and Software Quality

P-59 J. Felix Hampe, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Ranneberg, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Business – Processes, Platforms, Payments

P-60 Steffen Friedrich (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für inforrmatische Bildung

P-61 Paul Müller, Reinhard Gotzhein, Jens B. Schmitt (Hrsg.): Kommunikation in verteilten Systemen

P-62 Federrath, Hannes (Hrsg.): „Sicherheit 2005“ – Sicherheit – Schutz und Zuverlässigkeit

P-63 Roland Kaschek, Heinrich C. Mayr, Stephen Liddle (Hrsg.): Information Systems – Technology and ist Applications

P-64 Peter Liggesmeyer, Klaus Pohl, Michael Goedicke (Hrsg.): Software Engineering 2005

P-65 Gottfried Vossen, Frank Leymann, Peter Lockemann, Wolffried Stucky (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web

P-66 Jörg M. Haake, Ulrike Lucke, Djamshid Tavangarian (Hrsg.): DeLFI 2005: 3. deutsche e-Learning Fachtagung Informatik

P-67 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 1)

P-68 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 2)

P-69 Robert Hirschfeld, Ryszard Kowalcyk, Andreas Polze, Matthias Weske (Hrsg.): NODe 2005, GSEM 2005

P-70 Klaus Turowski, Johannes-Maria Zaha (Hrsg.): Component-oriented Enterprise Application (COAE 2005)

P-71 Andrew Torda, Stefan Kurz, Matthias Rarey (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics 2005

P-72 Klaus P. Jantke, Klaus-Peter Fähnrich, Wolfgang S. Wittig (Hrsg.): Marktplatz Internet: Von e-Learning bis e-Payment

P-73 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): “Heute schon das Morgen sehen“

P-74 Christopher Wolf, Stefan Lucks, Po-Wah Yau (Hrsg.): WEWoRC 2005 – Western European Workshop on Research in Cryptology

P-75 Jörg Desel, Ulrich Frank (Hrsg.): Enterprise Modelling and Information Systems Architecture

P-76 Thomas Kirste, Birgitta König-Riess, Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Informationssysteme – Potentiale, Hindernisse, Einsatz

P-77 Jana Dittmann (Hrsg.): SICHERHEIT 2006

P-78 K.-O. Wenkel, P. Wagner, M. Morgenstern, K. Luzi, P. Eisermann (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel

P-79 Bettina Biel, Matthias Book, Volker Gruhn (Hrsg.): Softwareengineering 2006

P-80 Mareike Schoop, Christian Huemer, Michael Rebstock, Martin Bichler (Hrsg.): Service-Oriented Electronic Commerce

P-81 Wolfgang Karl, Jürgen Becker, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle (Hrsg.): ARCS´06

P-82 Heinrich C. Mayr, Ruth Breu (Hrsg.): Modellierung 2006

P-83 Daniel Huson, Oliver Kohlbacher, Andrei Lupas, Kay Nieselt and Andreas Zell (eds.): German Conference on Bioinformatics

P-84 Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications

P-85 Witold Abramowicz, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Business Information Systems

P-86 Robert Krimmer (Ed.): Electronic Voting 2006

P-87 Max Mühlhäuser, Guido Rößling, Ralf Steinmetz (Hrsg.): DELFI 2006: 4. e-Learning Fachtagung Informatik

P-88 Robert Hirschfeld, Andreas Polze, Ryszard Kowalczyk (Hrsg.): NODe 2006, GSEM 2006

P-90 Joachim Schelp, Robert Winter, Ulrich Frank, Bodo Rieger, Klaus Turowski (Hrsg.): Integration, Informationslogistik und Architektur

P-91 Henrik Stormer, Andreas Meier, Michael Schumacher (Eds.): European Conference on eHealth 2006

P-93 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 1

P-94 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 2

P-95 Matthias Weske, Markus Nüttgens (Eds.): EMISA 2006: Methoden, Konzepte und Technologien für die Entwicklung von dienstbasierten Informationssystemen

P-96 Saartje Brockmans, Jürgen Jung, York Sure (Eds.): Meta-Modelling and Ontologies

P-97 Oliver Göbel, Dirk Schadt, Sandra Frings, Hardo Hase, Detlef Günther, Jens Nedon (Eds.): IT-Incident Mangament & IT-Forensics – IMF 2006

P-98 Hans Brandt-Pook, Werner Simonsmeier, Thorsten Spitta (Hrsg.): Beratung in der Softwareentwicklung Modelle - Methoden - Best Practices

P-99 Andreas Schwill, Carsten Schulte, Marco Thomas (Hrsg.): Didaktik der Informatik, 3. Workshop

The titles can be purchased at:

Köllen Druck + Verlag GmbH
Ernst-Robert-Curtius-Str. 14
53117 Bonn
Fax: +49 (0)228/9898222
E-Mail: druckverlag@koellen.de