

Informatik – innovative Konzepte zur Gestaltung einer offenen Anfangssequenz mit vielfältigen Erweiterungen

Patrick Eickhoff, Bernd Figgen, Thomas Hammersen, Ludger Humbert,
Dirk Pommerenke, Detlef Richter, Jörg Striewe
Fachseminare Informatik an den Seminaren für das
Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen, Hamm und Arnsberg
<mailto:infos05@semsek2.ham.nw.schule.de>

Abstract: Der Berücksichtigung aktueller fachdidaktischer Erkenntnisse in der Lehrerbildung steht all zu häufig das Beharrungsvermögen von Ausbilderinnen¹ gegenüber. Nicht so in der Informatik. Hier wird seit Jahrzehnten nach der »Silver Bullet« gesucht. Ob diese finale Lösung existiert, soll hier nicht diskutiert werden. Es werden Möglichkeiten zur konkreten Umsetzung aktueller Anforderungen fachdidaktischer Forschung in der gymnasialen Oberstufe aufgewiesen. Als Einstiegspunkt für die Schülerinnen wird eine konkrete Erfahrung zum Ausgangspunkt des Informatikunterrichts gewählt und in einigen Dimensionen beleuchtet.

1 Präliminarien

Während die „Krise des Informatikunterrichts“ [Pe89] diskutiert wird, findet in der Bundesrepublik Deutschland eine Entwicklung statt, die als unglückliche Doppelstrategie bezeichnet werden kann. Einerseits werden (ohne Beteiligung der Informatik) Konzepte zur sogenannten Grundbildung Informatik (diese Bezeichnung wird später in „informations- und kommunikationstechnische Grundbildung“ geändert) aufgelegt und erprobt. Tausende von Lehrerinnen aller Schulformen mit Sekundarstufe I werden fortgebildet, erste Umsetzungen wissenschaftlich begleitet – allerdings nicht von der Fachdidaktik Informatik, die zu diesem Zeitpunkt als Forschungsgebiet noch nicht etabliert ist. Andererseits wird – mehr oder weniger deutlich – den wenigen Informatiklehrerinnen die Beteiligung an der Konzeptentwicklung und -umsetzung nicht überlassen, zum Teil wurden sie explizit davon ausgenommen. Daraufhin ziehen sich viele Informatiklehrerinnen in ihre „angestammten“ Bereiche zurück und unterrichten fortan Informatik in der gymnasialen Oberstufe und zum Teil im neunten und zehnten Jahrgang. Hier und da werden sie innerschulisch an Umsetzungen beteiligt. Inzwischen ist ein Ende dieser Entwicklung abzusehen – an politisch verantwortlichen Stellen wurde erkannt, dass allein ein früh einsetzendes Schulfach Informatik die unabdingbaren Grundlagen liefert. Das Schulfach Informatik kann damit durch folgende Dimensionen charakterisiert werden:

- Informatische Grundbildung ist eine Voraussetzung für die Ausbildung Informatischer Vernunft (vgl. [GH05]).
- Informatische Bildung ist Bestandteil allgemeiner Bildung der Schülerinnen für die Gestaltung der Zukunft in Selbstbestimmung.
- Notwendige Voraussetzung für die Medienbildung ist Informatische Bildung.

¹Für personenbezogene Bezeichnungen in diesem Beitrag wird – abgesehen von Zitaten – für geschlechtsspezifische Bezeichnungen das generische Femininum gewählt. Männer mögen sich nicht ausgeschlossen fühlen.

Informatik, so können wir heute feststellen, ist auf dem Weg in die allgemeine Bildung ein gutes Stück vorangekommen.

2 Modulkonzept als wissenschaftlich fundierte Grundlage

Mit dem Modulkonzept (vgl. [Hu03]) wird eine fachdidaktisch reflektierte Grundlage für die Gestaltung des Informatikunterrichts vorgelegt. Die Unterrichtsgestaltung ist danach an den Prinzipien, Fachgebieten und Ausprägungen der Informatik auszurichten, die allgemein bilden, motivieren und an die Lebenswelt der Schülerinnen anknüpfen. Dabei kommt – bezogen auf die Umsetzung – der Modellierung (inkl. Implementierung, Test und Rückbezug auf die Ausgangsproblemstellung) eine wichtige Rolle zu. Darüber hinaus gilt es, den formal-inhaltlichen Rahmenbedingungen, wie Lehrplänen (vgl. [MS99]), Zentralabitur (vgl. [vBHa05]) und damit indirekt nationalen Vereinbarungen (vgl. [KM04]) Rechnung zu tragen. Allgemeindidaktische Prinzipien werden mit Kernideen (vgl. [GR90]) so verbunden, dass keine isolierten Wissensinseln entstehen, sondern den Schülerinnen an einem tragfähigen Gegenstand ein Einstieg in die Informatik ermöglicht wird, der in verschiedenen Dimensionen seine Wirksamkeit entfaltet.

Ausgangspunkt: Erfahrungsbereich und Alltag der Schülerinnen

Durch die zunehmende Verbreitung informatikgestützter Systeme im Alltag stellt sich die Frage nach der Realisierung der Informatiksysteme (Modellierung, Wirkprinzipien, Seiteneffekte der Benutzung von Informatiksystemen, wenn den Leitlinien der Empfehlungen der GI gefolgt wird, die in aktuellen Curricula in ähnlicher Form ausformuliert werden). Die Schülerin benutzt im Alltag Informatiksysteme: ob Handy, MP3-Player, DVD-Brenner oder Waschmaschine: all diesen Systemen ist gemein, dass sie durch das Etikett „Informatik inside“ gekennzeichnet werden können. Dass die primäre technisch unterstützte Spielbasis ebenfalls ein Informatiksystem beinhaltet, ist keine Frage.

Mit [HP04] wurde ein Beitrag vorgelegt, der den von WAGENSCHNEIDER diskutierten Zugang über Phänomene für die Informatikdidaktik aufschliesst. Diese Sicht eröffnet eine Mög-

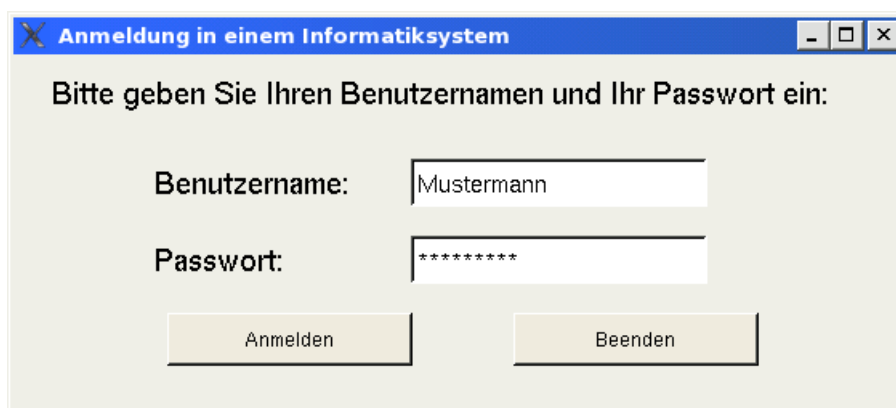


Abbildung 1: Anmeldedialog – Loginfenster

lichkeit, vom Erfahrungs- und Erlebensbereich der Schülerinnen auszugehen, ein Phänomen zu identifizieren und als Kernidee zu thematisieren.

3 Ausgangspunkt des Unterrichts in der Sekundarstufe II

Bei den Überlegungen zu einer erfahrungsgestützten Herangehensweise an einen aktuellen Informatikunterricht stellt sich schnell heraus, dass es für die Arbeit mit Informatiksystemen in verschiedenen Ausprägungen einer Authentifizierung und einer Passwortprüfung bedarf. Dies führt zu dem für die dokumentierten Unterrichtsreihen für die Sekundarstufe II grundlegenden Einstieg.

3.1 Der Login-Vorgang

Wenn eine Schülerin ein Informatiksystem nutzen möchte, muss sie sich dafür in der Regel zu Beginn zunächst anmelden. Insbesondere an Schulen mit einer Benutzerverwaltung ist dieser Vorgang ständig präsent und damit Ausgangspunkt für weitere Überlegungen. Um die Anmeldung durchzuführen, muss die Schülerin üblicherweise in einem Fenster auf dem Monitor (vgl. Abbildung 1) ihren individuellen Benutzernamen und ihr individuelles Passwort eingeben. Anschließend werden diese Eingaben durch einen Knopfdruck – häufig ist der entsprechende Knopf mit „Anmelden“ beschriftet – bestätigt. Der Benutzername wird auch als Konto oder Account, der Anmeldevorgang als Login bezeichnet.

Ausgehend von diesem allgegenwärtigen Beispiel erhalten die Schülerinnen einen ersten Einblick in Fragestellungen der Informatik. Über die Problematisierung des Anmeldevorgangs lassen sich verschiedene Bereiche der Informatik erschließen. Die verschiedenen diskutierten und prototypisch realisierten Dimensionen lassen sich der Abbildung 2 entnehmen.

So können anhand dieses – für viele Nutzerinnen selbstverständlichen – Vorgangs Fragen zur Realisierung innerhalb eines Informatiksystems aufgeworfen werden. Welche konkreten Elemente werden benötigt, um dieses Problem zu modellieren und mit einem Informatiksystem umzusetzen?

In diesem Zusammenhang müssen Fragen der informatischen Modellierung thematisiert werden. Darüber hinaus sind Fragen zu benötigten Datentypen und Kontrollstrukturen,

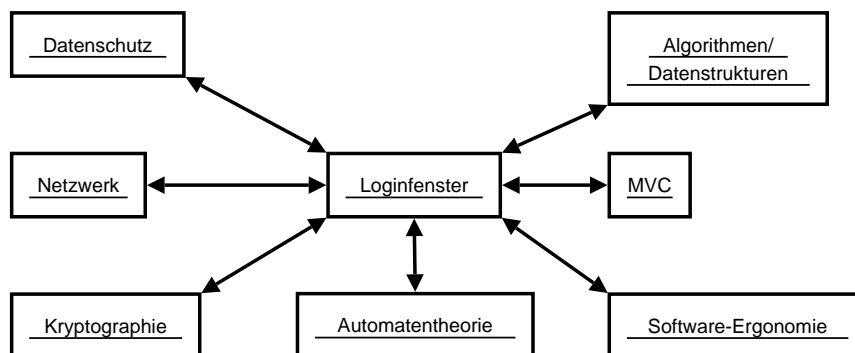


Abbildung 2: Entfaltung der Dimensionen des Problems

sowie zu der Darstellung auf der Modellebene zu klären. Für die Implementierung stellen sich Fragen zur Syntax (und Semantik) innerhalb des eingesetzten Informatiksystems.

Gerade die konkrete Implementierung stellt eine besondere und auf keinen Fall zu unterschätzende Herausforderung dar. In der Planung bzgl. dieses Schwerpunktes müssen verschiedene Konzepte berücksichtigt werden, weil in den Ausbildungsschulen der Referendare unterschiedliche Systeme eingesetzt werden. So wird sowohl mit Objectpascal innerhalb von Delphi, mit der Klassenbibliothek „Stifte&Mäuse“ in Java und in Python, aber auch mit dem Werkzeug BlueJ und Java gearbeitet.² Daher ist die Umsetzung in die konkrete Programmiersprache differenziert vorzubereiten. Durch den Einsatz der verschiedenen Systeme ergeben sich im Anschluss an den Einstieg in die Unterrichtssequenz differenzierte Fragestellungen, so dass prototypisch unterschiedliche unterrichtliche Schwerpunkte gesetzt werden. Im Folgenden wird ein Element dargestellt, das bei allen Modellierungen realisiert wird.

3.2 Struktogramme

Um eine Minimalbasis vorzustellen, wird der Ablauf des Login dargestellt, der im Zusammenhang mit der jeweiligen Modellierung seine Konkretisierung erfahren muss. Es wird hier nicht auf spezielle Ausprägungen bzgl. des Rahmens abgehoben. Vielmehr werden einige ausgewählte Punkte dargestellt.

Eine halbformale Beschreibung des Login-Vorgangs kann in wenigen Schritten in ein korrektes Struktogramm überführt werden.

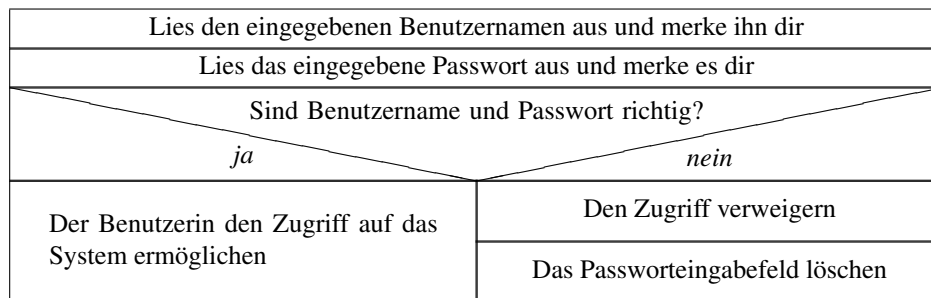


Abbildung 3: Struktogramm Anmeldung

Das Struktogramm in Abbildung 3 zeigt zwei verschiedene Strukturelemente: die Sequenz und die Verzweigung. Beide Elemente sollen letztlich Automaten in die Lage versetzen, den Ablauf zu steuern oder zu kontrollieren. Daher werden diese beiden Strukturelemente als Kontrollstrukturen bezeichnet.

Gehen wir von einer imperativen Modellierung aus, werden durch den so beschriebenen Ablauf des Login-Vorgangs zwei Anforderungen impliziert:

1. Es werden „Behälter“ benötigt, die sich wie Lückentexte mit Benutzername und Passwort füllen lassen.
2. Eine Speichermöglichkeit wird gebraucht, um die konkreten Einträge auswerten zu können.

²Stifte&Mäuse – vgl. [CDH⁺99], BlueJ – vgl. [Kö96]

Tabelle 1: Deklaration – programmiersprachliche Umsetzung

Programmiersprache	Umsetzung
Java	<code>String eingabeAccount;</code>
Pascal	<code>Var eingabeAccount : String;</code>
Python	keine Deklaration

So lässt sich aus imperativer Sicht der Variablenbegriff bzw. das Variablenkonzept motivieren (vgl. Tabelle 1). Im Zusammenhang der objektorientierten Modellierung werden für die Elemente Attribute benötigt.

Ein weiterer Aspekt, der sich aus dem Struktogramm ergibt, besteht in der Notwendigkeit der Umsetzung der Kontrollstruktur **Verzweigung** in die jeweilige Programmiersprache (vgl. Abbildung 4).

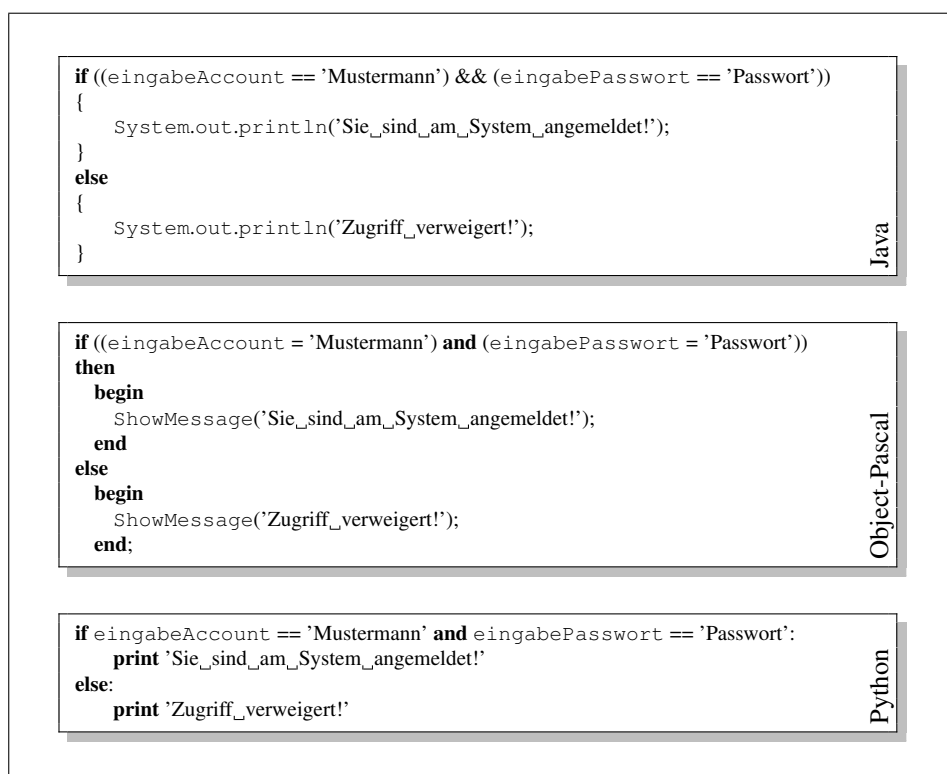


Abbildung 4: Quellcode des Ablaufs

Ausblick Es drängt sich eine Erweiterung zur Speicherung von Accounts und Passwörtern in einer Datei auf. Zur Umsetzung ist es notwendig, Wiederholungen (Zyklen) zu realisieren. Aus lernpsychologischer Sicht muss allerdings beachtet werden, dass die direkte Aufeinanderfolge der Einführung von Verzweigungen und Schleifenstrukturen vermieden werden sollte. Wer kennt nicht die *IF-Schleife* als eine der „beliebtesten“ Fehlvorstellungen in der Informatik?

3.3 Netzwerk

Problemstellung Bei dem Anmeldevorgang bietet sich eine Erweiterung auf Netzwerkstrukturen an. Das Ziel ist die Realisierung der Anmeldung an einem Server, der via Netzwerk erreichbar ist. Die Benutzeraccounts und Passwörter werden auf dem Server gespeichert. Beim Anmeldevorgang werden Benutzername und Passwort eingegeben. Nach der Verbindung des Klienten mit dem Server werden die eingegebenen Daten über das Netzwerk zum Server übermittelt. Dieser vergleicht die ankommenden Daten mit den gespeicherten Daten. Das Ergebnis dieser Prüfung wird dem Klienten übermittelt.

Erweiterungsmöglichkeiten (basierend auf Erfahrungen der Schülerinnen): Nach mehrmaligem fehlgeschlagenen Anmeldeversuch

- muss das Passwort geändert werden (serverseitig)
- wird der Anmeldevorgang abgebrochen und/oder für einen gewissen Zeitraum gesperrt (klientenseitig)
- ...

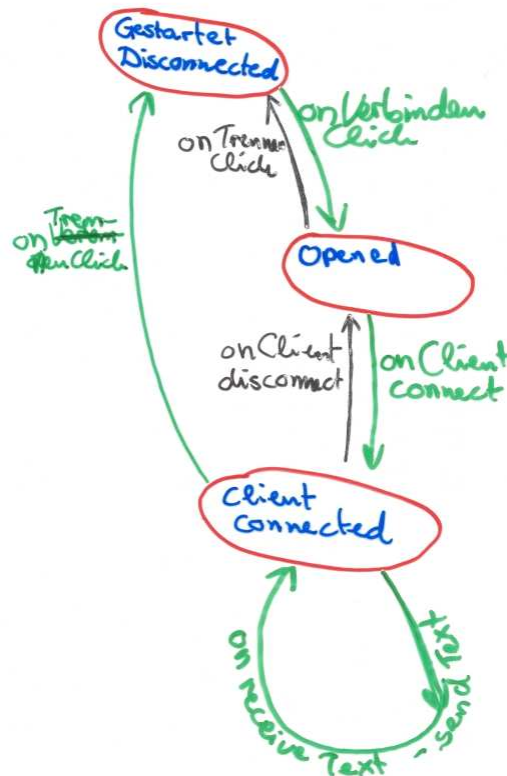


Abbildung 5: Zustandsdiagramm eines einfachen Servers

Realisierung Die Bibliothek „Stifte&Mäuse“ bietet ein Paket für die Netzwerkprogrammierung an. Die Methode „anmelden“ wird so abgeändert, dass die in der Problemstellung angegebenen Vorgaben umgesetzt werden.

Es ist möglich, den netzwerkgestützten Login-Vorgang auch ohne den Einsatz der Klassenbibliothek „Stifte&Mäuse“ durchzuführen. Damit werden andere Aspekte der Betrachtung

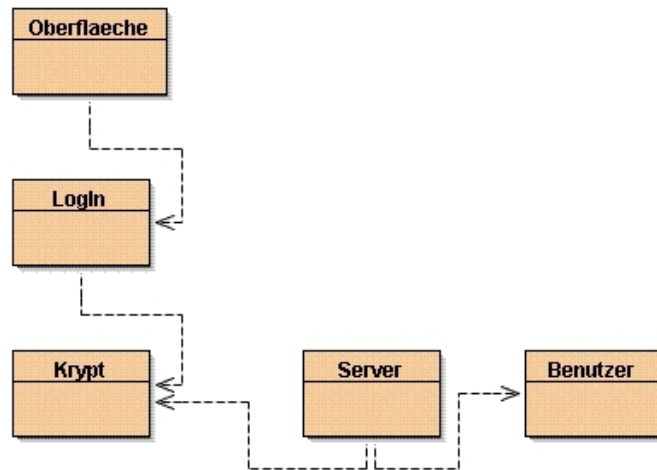


Abbildung 6: Beziehungsdiagramm (BlueJ)

in den Vordergrund gerückt: So kann zum Beispiel die Ereignissteuerung beim Aufbau der Verbindung zwischen Klient und Server betrachtet werden, die bei Verwendung der „Stifte&Mäuse“ außen vor bleibt. Mit Hilfe dieser Ereignissteuerung lässt sich das Zustandsdiagramm für einen Server oder einen Klienten erstellen, das einen Einstieg in die Welt der Automaten ermöglicht. Jedes Ereignis löst eine Übergangsfunktion aus. Daraus lässt sich schließen, dass es zwischen den Übergängen gewisse Zustände geben muss. Auf diese Weise werden Schülerinnen motiviert, Zustandsdiagramme zu entwickeln. In Abbildung 5 ist ein im Unterricht entstandenes Zustandsdiagramm eines einfachen Servers dokumentiert.

Nachdem die Schülerinnen diese Art der Modellierung erarbeitet haben, können sie selbstständig andere Varianten mit Hilfe der Netzwerkverbindung explorieren. Es bietet sich an dieser Stelle an, verschiedene Netzwerk-Protokolle zu thematisieren, die zum Beispiel dem Internet und seinen Diensten zu Grunde liegen. Aus dem einfachen Login können so Echo-Server, Chat-Server, POP3-Klient, SMTP-Klient und auch HTTP-Klient motiviert werden.

3.4 Kryptographie

Problemstellung Aufbauend auf dem Netzwerk (vgl. Abschnitt 3.3) läßt sich ein erster Einblick in die Kryptographie geben. Da die Daten Benutzername und vor allen Dingen das Passwort unverschlüsselt zum Server gesandt werden, muss darüber nachgedacht werden, den Anmeldevorgang sicherer zu machen. Es bietet sich an, die Daten verschlüsselt zu übertragen. Dazu werden die von der Benutzerin eingegebenen Daten erst verschlüsselt und dann zum Server übertragen. Jetzt muß natürlich der Server über einen Dienst verfügen, mit dem die verschlüsselten Daten entschlüsselt werden können.

Realisierung In unserer Beispielimplementierung wurde eine weitere Klasse zum Projekt hinzugefügt, die sich um die Verschlüsselung der Daten kümmert. Hier hätte ein weiterer Dienst in der Klasse LogIn gereicht, aber so lassen sich verschiedene Verschlüsselungs-

dienste übersichtlicher gestalten. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Server ebenfalls auf die Verschlüsselungsklasse zugreifen kann, um die verschlüsselten Daten wieder zu entschlüsseln. In Abbildung 6 ist die Struktur in Form eines Beziehungsdiagramms angegeben.

Die Methode „anmelden“ wird geringfügig abgeändert, wobei jetzt die Anmeldedaten mit einer Methode aus der Klasse „Krypt“ verschlüsselt werden. Eine besonders einfache Methode zur Verschlüsselung wäre die Erzeugung eines Palindroms. Diese Methode ist nicht sicher, sondern dient vielmehr als Beispiel. Es können beliebige Verschlüsselungsmethoden zur Klasse „Krypt“ hinzugefügt werden.

3.5 Softwareergonomie

Problemstellung Bei der Umsetzung von Informatiksystemen im Unterricht wird zu meist der Fokus auf umzusetzende Funktionalität gerichtet und weniger auf vernünftige Bedienbarkeit und Gestaltung der Oberfläche des Systems, da die Problemlösungen im Anfangsunterricht üblicherweise mit einer einfachen Benutzungsschnittstelle realisiert werden können. Schülerinnen verfügen über Erfahrungen im Umgang und der Bedienung von Informatiksystemen. Diese Erfahrungen aufzugreifen, für den Informatikunterricht nutzbar zu machen, ermöglicht die Bearbeitung softwareergonomischer Fragestellungen.

Realisierung Selbst einfache Dialoge (vgl. Abbildung 1) bieten die Möglichkeit, ausgewählte Bewertungs- und Gestaltungskriterien zu thematisieren. So kann beispielsweise über Fragen der Akzeptanz (oder Nichtakzeptanz) bestimmter Zeichen innerhalb einer Benutzererkennung oder des Passworts das Kriterium der Fehlertoleranz aus der EN ISO Norm [CE95] thematisiert werden. So erhalten die Schülerinnen einen ersten Einblick in mögliche Bewertungskriterien für Bildschirmmasken und Software im allgemeinen.

Einen eher gestalterischen Anknüpfungspunkt bietet die Thematisierung der Vermeidung von generischen Beschriftungen auf Knöpfen (wie OK oder ABBRECHEN), bei der Realisierung der Benutzungsschnittstelle des Anmeldebildschirms. Dieser Punkt kann ferner dazu genutzt werden, erste Begriffe wie Dialog oder Benutzungsschnittstelle kritisch zu hinterfragen, mit Erfahrungen der Schülerinnen im Umgang mit Informatiksystemen anzureichern und diese Begriffe im Anschluss zu definieren.

Dieser kurze Einblick spiegelt bereits die beiden Hauptaspekte wieder, mit denen man sich im Unterricht an Hand von weiteren Beispielen beschäftigen kann:

1. Das Bewerten von Dialogen anhand von Kriterien, wie sie z. B. in der oben genannten Norm zu finden sind.
2. Das Gestalten von Dialogen an Hand konstruktiver Kriterien (siehe [KSa04]).

Ziel soll es sei, dass die Schülerinnen am Ende der Reihe grundlegende Fähigkeiten für eine sinnvolle und zügige Realisation zukünftiger grafischer Benutzungsschnittstellen entwickeln. Daneben erlaubt ihnen die Reihe Einblicke in ein Themenfeld, das in aller Regel im Unterricht kaum behandelt wird, obwohl bereits heute mehr Geld in die Schulungen für die Benutzung von Informatiksystemen fließt, als in deren Entwicklung. Des Weiteren können hier Begriffe wie Designkonflikte und Designentscheidungen thematisiert und diskutiert werden und ermöglichen so zu einem sehr frühen Zeitpunkt Einblicke in kreative Prozesse der Softwareentwicklung.

4 Ausblick – algorithmische Weiterführung

Eine Möglichkeit der Weiterführung ist die schrittweise Verfeinerung des Programms, um die neu erlernten Konzepte einzuüben. Vorgänge wie Deklaration und Initialisierung von Variablen – insbesondere bei Verwendung verschiedener Datentypen – oder aber die Definition und der Aufruf von Methoden mit und ohne Übergabe von Parametern fordern zu Beginn des Unterrichts die Schülerinnen auf vielfältige Weise. Bei gleichzeitigem Gebrauch von Modellierungswerkzeugen kommt es zu Verwechslungen der Sprachebenen, so dass von den Schülerinnen ohne Übung keine Sicherheit im Umgang mit den jeweiligen Informatiksystemen zu erwarten ist. Außerdem muss in der Regel auch der Umgang mit der jeweils benutzten Entwicklungsumgebung geübt werden. Dies gilt auch dann, wenn keine Entwicklungsumgebung eingesetzt wird, da vielen Schülerinnen der Umgang mit einer Shell und den entsprechenden Befehlen nicht geläufig ist.

Um den Schülerinnen genügend Möglichkeiten zur Übung zu geben, bietet sich die Einführung einer weiteren Kontrollstruktur an. Als sinnvolle Erweiterung der Datentypen kann die Einführung der Datentypen Integer und Boolean vorgenommen werden.

Um die Einführung sinnvoll in das Beispiel einbetten zu können, kann die Aufgabenstellung erweitert werden. In einer ersten Erweiterung kann sichergestellt werden, dass sich eine Benutzerin an einem System nicht erneut anmelden kann, bevor sie sich nicht abgemeldet hat. Dazu muss zunächst, neben der Methode zum Anmelden, eine Methode zum Abmelden modelliert werden. Ob in diesem Schritt der Umsetzung bereits die Einführung des Datentyps Boolean integriert wird, muss in Abhängigkeit vom jeweils verwendeten Informatiksystem entschieden werden. Die Überprüfung, ob eine Benutzerin bereits angemeldet ist, kann zum Beispiel auch durch einen Vergleich entsprechender Werte von Variablen vom Typ String – äquivalent zur Überprüfung von Benutzernamen und Passwort – erfolgen. Durch die anschließende Einführung des Datentyps Boolean läßt sich dieser Vorgang allerdings wesentlich ökonomischer realisieren und der neue Datentyp wird in einen sinnvollen Kontext eingebunden.

Als weitere Ergänzung der Problemstellung soll eine Benutzerin nach drei erfolgreichen Anmeldungen am System dazu aufgefordert werden, ihr Passwort zu ändern. Dazu muss der gesamte Anmeldevorgang in eine Schleife eingebunden werden. Die Schleife mit while bietet sich hierfür besonders an, da sie durch die umgangssprachlich geläufige Übersetzung „solange“ in ihrer Bedeutung schnell für die Schülerinnen zu erfassen ist. In einer ersten Umsetzung ist die zusätzliche Einführung des Datentyps Integer aus den bereits oben beschriebenen Gründen nicht erforderlich, so dass die Schülerinnen nicht sofort mit zwei neuen Konzepten überfordert werden. Diese Ergänzung kann im Anschluss daran vorgenommen – und wiederum mit einer ökonomischeren Programmierung begründet werden.

Als weitere Möglichkeit zur Einübung der bisher eingeführten Kontrollstrukturen kann die Problemstellung erneut erweitert werden. Zum einen kann eine Kontrolle eingeführt werden, die prüft, dass ein neu eingegebenes Passwort nicht identisch mit dem zuvor vorhandenen Passwort sein darf und eventuell einen entsprechenden Hinweis ausgibt. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, den Anmeldevorgang bei wiederholter falscher Eingabe des Passwortes abubrechen.

Eine weitere denkbare Ergänzung ist eine Erweiterung des Anmeldedialogs zu einer einfachen Benutzerverwaltung. Dabei können neben Fragen der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen Fragen zur Organisation und Speicherung von Benutzerdaten thematisiert werden. Ein Exkurs in Richtung Datenbanken ist ebenso möglich, wie die Realisierung mit Hilfe von einfach bzw. doppelt verketteten linearen Listen.

Das Ausgangsbeispiel bietet demnach eine Vielzahl an Möglichkeiten, um auf längere Sicht den Unterricht zu tragen und dabei immer neue Gesichtspunkte zu untersuchen. Es läßt sich vor allem auch – im Sinne eines Spiralcurriculums – zu einem späteren Zeitpunkt erneut aufnehmen und erweitern.

Literatur

- [BHR05] Borchel, C., Humbert, L., und Reinertz, M.: Design of an Informatics System to Bridge the Gap Between Using and Understanding in Informatics. In: Micheuz, P., Antonitsch, P., und Mittermeir, R. (Hrsg.), *Innovative Concepts for Teaching Informatics. Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives – Klagenfurt, 30th March to 1st April 2005*. S. 53–63. Wien. 2005. Ueberreuter Verlag.
- [CDH⁺99] Czischke, J., Dick, G., Hildebrecht, H., Humbert, L., Ueding, W., und Wallos, K.: *Von Stiften und Mäusen*. DruckVerlag Kettler GmbH. Bönen. 1. Aufl. 1999.
- [CE95] CEN – Comité Européen de Normalisation. Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung. Februar 1995.
- [GH05] Görlich, C. F. und Humbert, L.: Open Source – die Rückkehr der Utopie? In: Bärwolff, M., Gehring, R. A., und Lutterbeck, B. (Hrsg.), *Open Source Jahrbuch 2005. Zwischen Softwareentwicklung und Gesellschaftsmodell*. S. 311–327. Berlin. 2005. Lehmanns Media.
- [GR90] Gallin, P. und Ruf, U.: *Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz. Illustriert mit sechzehn Szenen aus der Biographie von Lernenden*. Verlag Lehrerinnen und Lehrer. Zürich. 1990.
- [HP04] Humbert, L. und Puhmann, H.: Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In: Magenheimer, J. und Schubert, S. (Hrsg.), *Informatics and Student Assessment. Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics*. volume 1 of *GI-Edition – Lecture Notes in Informatics (LNI) – Seminars*. S. 65–76. Bonn. September 2004. Dagstuhl-Seminar of the German Informatics Society (GI) 19.–24. September 2004. Köllen Druck+Verlag GmbH.
- [Hu03] Humbert, L.: *Zur wissenschaftlichen Fundierung der Schulinformatik*. pad-Verlag. Witten. März 2003. zugl. Dissertation an der Universität Siegen.
- [KM04] KMK (Hrsg.): *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung „Informatik“*. KMK. Bonn. 2004.
- [Kö96] Kölling, M. BlueJ – Teaching Java. <http://www.bluej.org>. March 1996.
- [KSa04] Keil-Slawik, R. und andere. BMBF-Verbundprojekt SIMBA – Teilprojekt KErmie: Kommunikationsergonomie. Januar 2004.
- [MS99] MSWWF (Hrsg.): *Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen – Informatik*. Ritterbach Verlag. Frechen. 1. Aufl. Juni 1999. MSWWF (Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen).
- [Pe89] Peschke, R.: Die Krise des Informatikunterrichts in den neunziger Jahren. In: Stetter, F. und Brauer, W. (Hrsg.), *Informatik und Schule 1989: Zukunftsperspektiven der Informatik für Schule und Ausbildung*. Number 220 in Informatik-Fachberichte. S. 89–98. Berlin, Heidelberg. 1989. Springer.
- [vBH05] van Briel, W., Hahlweg, E., und andere. Vorgaben zu den unterrichtlichen Voraussetzungen für die schriftlichen Prüfungen im Abitur in der gymnasialen Oberstufe im Jahr 2007. Vorgaben für das Fach Informatik. Februar 2005.