



Michael Weigend

3.12.2001

### **Informatische Pädagogik - pädagogische Informatik Beispiele für fächerverbindende Projekte mit medienerzieherischem Anspruch**

#### *Abstract*

*Mit der Profilbildung der Schulen und mit der Entwicklung individueller schulinterner Lehrpläne, sind in zunehmendem Masse Kopplung von Oberstufenkursen und fächerverbindendes Unterrichten gefragt. In diesem Beitrag werden beispielhaft Projekte vorgestellt, die eine Kooperation der Fächer Informatik und Erziehungswissenschaft voraussetzen. Inhaltlich stellen die Neuen Medien die Berührfläche dar: multimediale und zum Teil interaktive Anwendungen, wie digitale Animationen, Spiele und Bildschirm-Experimente werden von den Schüler/innen selbst entwickelt, als Medien eingesetzt und reflektiert. So werden technische und gesellschaftliche Fragen der Mediengestaltung und der Mediennutzung thematisiert. In einer Online-Galerie sind Beispiele von Schülerarbeiten ausgestellt. <<http://voss.fernuni-hagen.de/import/schulinformatik/medienpaedagogik/medienpaed.html>>*

Welche Konsequenzen ergeben sich, wenn die hinsichtlich Zielsetzung, Methodik und Gegenstand anscheinend so verschiedenartigen Fächer Erziehungswissenschaft und Informatik gekoppelt werden? Welche neuen Möglichkeiten des Erkenntnisgewinns und der Kompetenzerweiterung sind von gemeinsamen Unterrichtsprojekten zu erwarten?

Für beide Fächer ist die Zusammenarbeit eine Bereicherung: Im Informatikunterricht werden gesellschaftliche Fragestellungen und Anwendungsbereiche einbezogen, die dort bisher kaum behandelt wurden. Das Fach wird allerdings deutlich von der Strukturwissenschaft Informatik gelöst. Ein Gewinn für den Pädagogikunterricht liegt im Einbezug konstruktiver

Elemente: Es werden nicht nur Texte analysiert, sondern auf der Basis pädagogischer Erkenntnisse nützliche Programme produziert.

Für die Medienbildung stellt diese Verbindung eine besondere Chance dar: Die Informatik bietet Werkzeuge, um Medienarten wie Computeranimationen oder Computersimulationen zu gestalten. Sie befasst sich mit Konzepten wie natürlichsprachigen Benutzungsschnittstellen oder künstlicher Intelligenz, die als Komponenten in den Neuen Medien Eingang finden. Der Informatikunterricht ist der einzige Ort, in dem die diesen Konzepten zugrundeliegenden informatischen Strukturen, Modelle und Methoden aufgearbeitet werden können, um die Möglichkeiten und Grenzen solcher Systeme angemessen einschätzen zu können (vgl. [GI99]). Die Erziehungswissenschaft ihrerseits liefert eine Reihe von Theorien und Erkenntnissen, die bei der Entwicklung von traditionellen und Neuen Medien, insbesondere auch bei computergestützten Lehr- und Lernsystemen herangezogen werden.

Eine Fächerkombination Informatik-Erziehungswissenschaft ist bisher sehr ungewöhnlich. Die Wahrscheinlichkeit, dass Schülerinnen und Schüler in gleicher Weise an beiden Fächern interessiert sind, scheint eher gering, insbesondere wenn man bedenkt, dass Kurse in Erziehungswissenschaft zu 90 Prozent von Mädchen gewählt werden und das Fach Informatik immer noch bevorzugt von Jungen belegt wird. Allerdings bietet sich hier auch die Chance, dass gerade diese Kombination durch die Orientierung an einem sehr schülernahen und nicht technischen Anwendungsbereich und durch die handlungsorientierte Auseinandersetzung mit theoretischen Konzepten für einen grösseren Schülerkreis attraktiv wird.

Der vorliegende Beitrag enthält eine Zusammenstellung von Themenbereichen und Projektvorschlägen, die im Rahmen eines solchen Kombi-Kurses bearbeitet werden können. Dabei sind folgende Zielperspektiven möglich:

- Nutzung vorliegender Medienangebote: Medien, etwa Animationen, die evtl. sogar zuvor von anderen Schülergruppen erstellt worden sind, können im Unterricht als Beispiele eingesetzt werden. Sie können interpretiert, mit einem theoretischen Text in Beziehung gesetzt und auf ihre Aussage und Schwachstellen geprüft werden.
- Eigenständige Entwicklung eines Mediums zur persönlichen Erkenntnisgewinnung: Die Lernenden suchen einen individuellen Zugang zu einem abstrakten Konzept, indem sie es in einem Beispiel, das ihnen selbst einleuchtet, veranschaulichen.

- Adressatenbezogene Produktion von Medien: Hier geht es u.a. darum, Kenntnisse über die Zielgruppe (wie z. B. kognitive Fähigkeiten, Wertvorstellungen, Vorwissen) in die Gestaltung einzubeziehen.

### 1. Themenbereich: Computerbasierte Lernmedien

Seit einigen Jahren wird immer wieder in mehr oder weniger seriösen Veröffentlichungen behauptet, Computer würden das Lernen revolutionieren und die Schule würde in absehbarer Zeit überflüssig. Mit Hilfe von Computern soll das Lernen effektiver gestaltet werden können, es soll den Schülern leichter fallen und ihnen mehr Spass machen. Am Beispiel verschiedenartiger computerbasierter Lernmedien und den dahinterstehenden Konzepten von Lehren und Lernen können sich die Schüler/innen selbst mit solchen Aussagen und den Möglichkeiten der Unterstützung beim Lernen durch den Computer konstruktiv und kritisch auseinander setzen.

#### Projektvorschlag: Lernen mit dem Computer - Entwicklung eines Lernprogramms

*Aufgabenstellung:* Entwickeln Sie ein Lernprogramm in Form eines HTML-Hypertextes. Das Programm ist so aufzubauen, dass jede Seite einen kleinen Informationsinput enthält in Form von Text und Bild sowie eine Verständnisfrage dazu. Durch Anklicken einer Antwortmöglichkeit gelangen Lernende zu einer Rückmeldungsseite und von dort aus zur nächsten Lerneinheit.

Die [Galerie](#) enthält ein Beispiel zum Thema «Angst». Es wurde im Rahmen weniger Unterrichtsstunden von einem Grundkurs Erziehungswissenschaft in der Jahrgangsstufe 11 ohne spezielle Informatik-Vorkenntnisse erstellt. Im Plenum wurde zunächst die Grundstruktur erarbeitet, indem das zu lernende Stoffpensum festgelegt und in kleine Portionen aufgeteilt wurde, die Arbeitsgruppen zugewiesen wurden. Jede Gruppe konnte dann ihren Baustein individuell gestalten. Später wurden die Teile zum vollständigen Lernprogramm zusammengefügt und getestet. In einem anschließenden Unterrichtsgespräch wurden Vor- und Nachteile eines Lernprogramms gegenüber einem einfachen Schulbuch und gegenüber einer Unterrichtssituation mit einer Lehrperson aus Fleisch und Blut erörtert.

#### Projektvorschlag: Visualisierung eines abstrakten Konzeptes durch eine Flash-Animation

Viele theoretische Konzepte z. B. aus dem Bereich der Entwicklungspsychologie und Sozialisationstheorie beschreiben und erklären dynamische Vorgänge. Es ist naheliegend, solche Begriffe und Modelle durch eine animierte Grafik zu veranschaulichen. Die Schülerinnen und Schüler setzen sich dabei intensiv mit den Inhalten auseinander. Gleichzeitig erkunden sie die medialen Möglichkeiten, durch die dynamische Veränderung grafischer Elemente Verständnis von komplexen Zusammenhängen zu vermitteln. In Gruppenarbeit entstehen unterschiedliche Ergebnisse, die hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Verstehensprozess diskutiert und später für Unterrichtszwecke nutzbar gemacht werden können. In der folgenden Liste sind Konzepte zur Beschreibung und Erklärung dynamischer Vorgänge aus dem Bereich der Erziehungswissenschaft aufgeführt, die für Visualisierungsübungen geeignet sind:

- Prinzipien der Entwicklung nach Diederich: Wachstum, Differenzierung, Kanalisation
- Sozialisation
- Teufelskreismodell nach Quensel zur Erklärung von Jugendkriminalität
- Anomietheorie von Merton
- Entwicklung des Denkens durch Assimilation und Akkomodation nach Piaget
- Die Arbeitsweise des psychischen Apparates nach Freud
- Problemlösendes Denken
- Klassische Lerntheorien: Signallernen (Pawlow), Operantes Konditionieren (Skinner), Lernen durch Versuch und Irrtum (Thorndike)

*Aufgabenstellung:* Entwickeln Sie möglichst viele unterschiedliche Animationen, welche die Entwicklungsprinzipien «Wachstum», «Differenzierung», «Integration» und «Kanalisation» veranschaulichen. Sie sollen im Unterricht als Lernhilfe eingesetzt werden können.

Zur Illustration enthält die [Galerie](#) einige Lösungsbeispiele, die mit Flash 5 sehr leicht, d.h. innerhalb von Minuten, realisierbar sind. Die Idee des Wachstums kann z. B. als Zunahme der Geschwindigkeit eines rotierenden Objektes oder als zahlenmässige Zunahme (Vermehrung) visualisiert werden.

Ein weiteres Beispiel veranschaulicht Piagets Konzept kognitiver Entwicklung durch das Wechselspiel von Assimilation und Akkomodation.

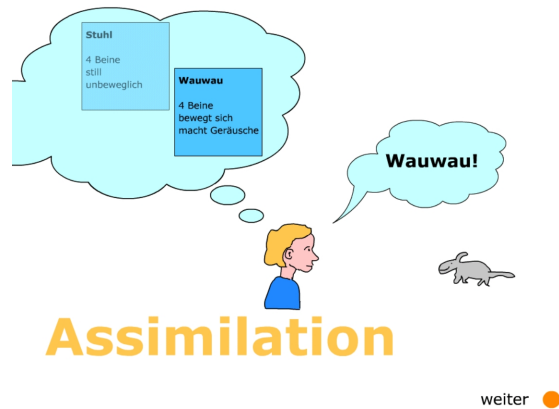


Abb. 1: Schnappschuss aus einer Animation zum Thema Assimilation und Akkomodation

Wenn der Bezug auf eine Zielgruppe stärker im Vordergrund stehen soll, können Inhalte gewählt werden, die nicht unmittelbar aus dem Gegenstandsbereich der Pädagogik stammen. Ein Beispiel für die Jahrgangsstufe 12 könnte lauten:

**Aufgabenstellung:** Entwickeln Sie arbeitsteilig für geistig behinderte Kinder ein Lernmaterial mit Animationen, welches die Entstehung von Wetterphänomenen (Wind, Regen, Gewitter ...) veranschaulicht. Die Rezeption des Materials soll nur Denkopoperationen der Entwicklungsstufe der konkreten Operationen (Piaget) erfordern. Auf formale Darstellungsweisen wie mathematische Formeln soll verzichtet werden.

Die Erstellung einer Animationen mit einer Entwicklungsumgebung wie Macromedia Flash erfordert keine grösseren Programmierkenntnisse. Ein solches Projekt kann als Einstieg in die Arbeit mit Flash vielleicht sogar als Einstieg in die Programmierung genutzt werden. Vermittelt werden Grundfähigkeiten, vor allem der Umgang mit Zeichen-Werkzeugen und die Erstellung von Bewegungs- und Formtwens.

## 2. Themenbereich: Gestaltung von Computer-Experimenten

Im erziehungswissenschaftlichen Unterricht werden gelegentlich psychologische Experimente anhand von Texten oder Filmen besprochen oder sogar real im Klassenraum durchgeführt. In diesem Zusammenhang werden Aspekte der Versuchsmethodik (z. B. Hypothesenbildung, äussere und innere Validität) diskutiert. In Kooperation mit dem Fach Informatik kann die Lerngruppe eine Software entwickeln, die es erlaubt, ein psychologisches Experiment am Computerbildschirm durchzuführen.

Automatisierte Experimente haben gegenüber solchen mit realen Versuchsleitern einmal den Vorteil der präziseren Messung. Die Versuchsbedingungen sind einheitlich, unbewusste oder bewusste Beeinflussungen der Versuchspersonen durch die Versuchsleiter werden ausgeschlossen. Gegenüber traditionellen Selbstversuchen kann ein «Mogeln» der Versuchsperson zum grossen Teil ausgeschlossen werden. Darüber hinaus sind eine schnellere Durchführung und Auswertung möglich, denn in einem Computer-Labor können viele Versuche gleichzeitig laufen, ohne sich gegenseitig zu stören. Jeder kann Versuchsperson sein. Die statistische Auswertung, die häufig mit aufwändigem und fehleranfälligem Rechnen und Tabellenführen verbunden ist, kann automatisch erfolgen und liefert rasch Ergebnisse. Aufgrund der erheblichen Zeitersparnis können mehr Versuche durchgeführt werden.

Für die Entwicklung solcher Computer-Experimente durch die Schülerinnen und Schüler selbst spricht, dass in der zu erstellenden Software jeder Aspekt der Versuchsdurchführung im Detail bedacht sein muss. Der genaue Wortlaut der Erklärungen, das Design der Abbildungen, der Ablauf des Versuchs und das Auswertungsverfahren müssen genauestens geplant werden, damit am Ende ein lauffähiges Programm herauskommt. Probleme der Versuchsmethodik werden auf diese Weise besonders gründlich durchdrungen.

Zu beachten ist, dass die Experimente harmlos sein müssen und keinen Schaden anrichten dürfen. Manchmal ist es notwendig, gegenüber der Versuchsperson den Zweck des Experimentes zunächst geheim zu halten, damit sie authentisch und ehrlich reagiert. Unter Umständen wird sie durch Tricks vom eigentlichen Sinn des Experimentes abgelenkt. In diesem Fall muss aus ethischen Gründen nach dem Versuch über den Sinn des Täuschungsmanövers informiert werden.

### Projektvorschlag: Lernen mit verschiedenen Sinnesmodalitäten

*Aufgabenstellung:* Entwickeln Sie ein Experiment zur Ermittlung des eigenen «Lerntyps». Der Versuchsperson (VP) werden nacheinander auf verschiedenen Bildschirmseiten Textpassagen (z. B. die Strophen eines Gedichtes) präsentiert. Sie soll diese auswendig lernen, und zwar jede auf eine andere Weise: Die erste Passage wird als geschriebener Text präsentiert, den man sich still einprägen soll. Sobald die VP das Gefühl hat, den Text zu beherrschen, klickt sie auf einen «Weiter»-Knopf. Die folgende Bildschirmseite enthält ein Eingabefeld, in welches die VP den gelernten Text eingibt. Falls die Eingabe mit dem Original übereinstimmt, wird die Uhr angehalten und die zum Lernen benötigte Zeit auf dem Monitor ausgegeben. Andernfalls wird nochmals auf die vorige Seite mit dem Text gesprungen.

Die zweite Textpassage soll auditiv gelernt werden, das heisst, der Text wird wiederholt vorgelesen, so oft es die VP wünscht. Im dritten Versuchsteil wird der geschriebene Text gezeigt und gleichzeitig vorgelesen. Es sollen also zwei Wahrnehmungskanäle gleichzeitig genutzt werden. Im vierten Schritt wird der Text mit Bildern und Klängen illustriert. Die fünfte Präsentation könnte neben dem Text ein Eingabefeld enthalten, in welches die VP den Text eintippen soll, während sie ihn auf dem Bildschirm sieht. Am Ende werden in einer Auswertung die Lernzeiten in einer Übersicht zusammengestellt. Daran kann die VP ablesen, welche Lernmethode ihr am besten liegt.

*Hinweise zur technischen Realisierung:* Besonders einfach ist wiederum die Implementierung mit Flash. Das Programm kann aber auch als HTML-Hypertext mit eingebundenen Grafiken und Tondateien realisiert werden. Für die Kontrolle des gelernten Textes verwendet man ein Textfeld innerhalb eines Formulars und Javascript-Funktionen. Die Lernzeiten müssen als Cookies abgespeichert werden.

### Projektvorschlag: Klassisches Konditionieren (Signallernen)

Eine bedingte Reaktion wird gelernt, wenn zeitgleich zu einem Stimulus S1, der eine bestimmte Reaktion R auslöst, wiederholt ein zweiter Reiz S2 präsentiert wird. Irgendwann erfolgt die Reaktion R auch dann, wenn allein der Reiz S2 auftritt. Diese Form des Lernens spielt generell bei der Gestaltung von Medien eine Rolle, insbesondere aber in der Werbung, wenn ein Produkt mit angenehmen Assoziationen verknüpft werden soll, um es begehrenswert zu machen. So sind in einer Zigarettenreklame immer attraktive

Menschen in einer ansprechenden Umgebung zu sehen, niemals aber Zigarettenrauch, Nikotinfinger und volle Aschenbecher. Kenntnisse über Klassisches Konditionieren sind somit auch wichtig für das Durchschauen von Medienwirkungen. In einem Versuch sollen derartige Lernprozesse messbar gemacht werden. Historisches Vorbild ist der berühmte Versuch von J. B. Watson, der einem 11 Monaten alten Kind («der kleine Albert») tiefe Furcht vor allem Pelzigen beibrachte.

*Aufgabenstellung:* Entwickeln Sie ein Experiment, mit dem das unbewusste Erlernen von emotionalen Reaktionen durch klassisches Konditionieren (bedingte Reaktion) erfahrbar gemacht wird. Denken Sie sich einfache, gut unterscheidbare Bilder aus, die möglichst ohne Bedeutung belegt sind und nicht an Gegenstände oder Lebewesen erinnern, die aus dem Alltag vertraut sind. Nach dem Versuch soll das eine Symbol beim Betrachter unangenehme Gefühl (Unruhe, Angst, Stress) auslösen und das andere angenehme Empfindungen wie Freude und Glück. Entwickeln Sie ein interaktives Computerprogramm, mit welchem die Versuchsperson die Gefühlsreaktionen lernt, ohne etwas davon zu bemerken.

*Lösungsbeispiel:* Die Versuchsperson (VP) erhält zu Beginn - am besten als gesprochenen Text - folgende Erklärung: «In den nächsten 90 Sekunden werden zwei unterschiedliche Symbole wiederholt auf dem Bildschirm erscheinen. Merken Sie sich, wie häufig jedes Symbol auftaucht, ohne dass Sie sich Notizen machen. Um die Sache schwieriger zu machen, hören Sie während des Filmes verschiedene Geräusche. Bilden Sie sich selbst ein Urteil, wie stark die Geräuschkulisse Sie behindert.»

Diese Aufgabenstellung soll die Aufmerksamkeit in eine bestimmte Richtung lenken und den eigentlichen Versuchszweck verschleiern. Nach Betätigen eines Startknopfes läuft eine Animation, welche in rascher zufälliger Folge die Symbole (eventuell in wechselnder Grösse und räumlicher Orientierung) über den Bildschirm huschen lässt. Wichtig ist, dass immer nur ein Symbol gleichzeitig zu sehen ist. Denn mit dem Erscheinen eines Symbols wird ein Klang abgespielt, der eindeutig einem Symbol zugeordnet sein muss. Bei Symbol A erfolgt ein aggressives, unangenehmes Geräusch (Kreischen, Explosion, Schlag eines Hammers etc.), bei Symbol B ein weicher, melodischer Klang (Gitarrenakkord, Sphärenmusik, Chor etc.). Eine Bibliothek mit Tondokumenten kann vorgegeben oder mit Hilfe eines Mikrophons und Software zur Soundbearbeitung selbst gestaltet werden. Nach Ablauf des Films gibt die VP zunächst ihr «Beobachtungsergebnis» (Anzahl der Vorkommen der Symbole) ein und erhält ein Feedback, inwie-

fern die Angaben zutreffen. Dann wird ihr folgende Frage gestellt:  
 «Stellen Sie sich vor, sie müssten ein Logo für die Anti-Gewalt-Gruppe an Ihrer Schule finden. Für welches der beiden Symbole würden Sie sich entscheiden? Antworten Sie ganz spontan.»  
 Wenn klassisches Konditionieren stattgefunden hat, müsste die VP Symbol B wählen.

### **Projektvorschlag: Die Überlegenheit der Gruppe bei der Lösung von Schätzaufgaben**

Als Motivation zur Gruppenarbeit schlägt Schröder-Naef einige Experimente vor, welche die Überlegenheit der Gruppe gegenüber der Leistung eines Einzelnen bei bestimmten Aufgaben demonstrieren [SchN96, S. 117 ff.]. Auf der Basis einer solchen Versuchsbeschreibung kann folgende Aufgabe formuliert werden:

*Aufgabenstellung:* Entwickeln Sie ein Computereperiment, in welchem die Fähigkeit zum Abschätzen von Flächeninhalten geprüft werden. In einer Abbildung werden Figuren unterschiedlicher Form und Grösse präsentiert, die jeweils mit einem Buchstaben markiert sind. Die Versuchsperson soll die Figuren nach ihrem Flächeninhalt in eine Reihenfolge bringen. In der anschliessenden Auswertungsphase werden die Schätzungen des aktuellen Benutzers mit den gemittelten Angaben von anderen Versuchspersonen und dem richtigen Ergebnis verglichen. Überlegen Sie, wie man das Versuchsergebnis präsentieren könnte, damit es für den Betrachter besonders aussagekräftig und ist.

*Tipp:* Sie können die Flächeninhalte abschätzen, indem Sie Ihre Abbildung ausdrucken, die Figuren ausschneiden und auf einer Laborwaage wiegen.

Es gibt im Prinzip zwei Ansätze für die technische Realisierung. Die einfachste Möglichkeit geht von einem stand-alone-System aus, bei dem die Schätzaufgabe von mehreren Personen nacheinander mit ein und dem selben Programm durchgeführt wird. Das System registriert die Rangangaben einer Versuchsperson, kombiniert sie mit den Eingaben der vorigen Versuchspersonen und bildet neue Mittelwerte.

In einer Unterrichtssituation ist es jedoch wünschenswert, dass der Versuch zeitgleich von mehreren Personen durchgeführt werden kann. Dies lässt sich durch ein einfaches Client-Server-System realisieren, welches aus einer (statischen) HTML-Seite und zwei CGI-Skripten besteht. Die Versuchsperson öffnet mit dem Browser eine Webseite, welche die Versuchsbeschreibung und eine Abbildung der Poffenberger Figuren enthält. Die

Eingabe der Ränge erfolgt über Textfelder in einem Formular. Nach Betätigen einer Schaltfläche mit der Aufschrift «Absenden» wird das Ergebnis nach der post-Methode an ein cgi-Skript auf einem WWW-Server geschickt. Dieses speichert (auf dem Server) die Daten in Form einer Tabelle. Ein zweites Skript liefert eine HTML-Seite mit der Auswertung zurück. Darin sind tabellarisch die richtigen Ergebnisse, die Schätzwerte aller Versuchsteilnehmer und die Mittelwerte aufgeführt. Man kann erkennen, ob das Gruppenergebnis (Mittelwerte) besser als die Einzelergebnisse ist. Die Auswertungsseite kann mehrfach angefordert werden, denn nach dem ersten Aufruf sind vielleicht noch nicht alle Antworten der anderen Versuchspersonen beim Server eingetroffen.

### **3. Themenbereich: Modellbildung und Simulation**

Johnson Laird weist darauf hin, dass ein Computerprogramm die genaueste und beste Formulierung einer wissenschaftlichen Theorie ist. Im erziehungswissenschaftlichen Unterricht werden verschiedene Theorien aus Psychologie, Soziologie und Pädagogik thematisiert. Eine Form der Auseinandersetzung ist die Entwicklung eines Simulationsprogrammes.

### **Projektvorschlag: Programmierung eines lernfähigen virtuellen Wesens**

Ein Beispiel ist die Programmierung eines lernfähigen Systems auf der Basis der Theorie des Operanten Konditionierens nach Skinner.

*Aufgabenstellung:* Simulieren Sie ein lernfähiges System auf der Basis des Operanten Konditionierens. Die Grundidee ist folgende: Ein virtuelles Wesen, das sich anfangs zufällig verhält, soll dazu gebracht werden, ein bestimmtes Verhalten zu zeigen. Es gibt eine Schaltfläche («Verstärkungsknopf»), nach dessen Betätigung das zuletzt gezeigte Verhalten verstärkt wird, d.h. dessen Auftrittswahrscheinlichkeit wird erhöht.

Die Animation in der [Galerie](#) zeigt ein konkretes Lösungsbeispiel. Die Spielfläche enthält einen Startpunkt («Start»), mehrere Zielpunkte und ein virtuelles Wesen, das einer Amöbe ähnelt. Einer der Zielpunkte ist farbig, und stellt das Ziel dar, auf welches die Amöbe «abgerichtet» werden soll. Start- und Zielpunkte können vor und während der Dressur mittels «Drag and Drop» verschoben werden. Klickt man auf den Startknopf, so wird die Amöbe auf die Startfläche geschoben und beginnt ihre Wanderung. Sie bewegt sich nach einem einfachen Verhaltensmodell: In bestimmten (zufälligen) Zeitabständen wählt sie nach dem Zufallsprinzip eines der vier Ziele

aus und ändert ihren Geschwindigkeitsvektor gemäss folgenden Regeln:

Sei Z das zufällig ausgewählte Ziel, mit den Ortskoordinaten  $Z.x$  und  $Z.y$ ,

A, die virtuelle Amöbe mit den Geschwindigkeitskomponenten

$A.vx$  und  $A.vy$  und den Ortskoordinaten  $A.x$  und  $A.y$ .

Wenn  $A.y < Z.y$ , dann setze  $A.vy = A.vy + 1$

Wenn  $A.y > Z.y$ , dann setze  $A.vy = A.vy - 1$

Wenn  $A.x < Z.x$ , dann setze  $A.vx = A.vx + 1$

Wenn  $A.x > Z.x$ , dann setze  $A.vx = A.vx - 1$

Diese Regeln bewirken eine Änderung des Geschwindigkeitsvektors in Richtung auf das ausgewählte Ziel. Sobald der Spieler oder die Spielerin der Meinung ist, die Amöbe schwimmt auf das «Wunschziel» zu, betätigt er oder sie den «Verstärkerknopf». Damit wird die Wahrscheinlichkeit für die Wahl dieses Ziels heraufgesetzt. Die Spielfläche enthält eine Uhr, an der man die Sekunden ablesen kann, welche das virtuelle Wesen zum Erreichen des gewünschten Zieles benötigt. Man kann dann erneut starten und stellt fest, dass mit fortschreitendem Training das Wunschziel immer schneller erreicht wird.

Bei der Programmentwicklung wird die Erkenntnis gewonnen, dass das Modell des Operanten Konditionierens auf folgender Annahme basiert: Das lernende Wesen verfügt über ein Repertoire von relativ komplexen zielgerichteten Handlungsmustern, aus denen es auswählt. (In dieser Hinsicht unterscheidet sich übrigens unsere virtuelle Amöbe erheblich von einer realen.) Es macht keinen Sinn, eine elementare Aktion (z. B. «drehe dich nach links» oder «gehe geradeaus») zu verstärken, weil deren gehäuftes Auftreten keine Annäherung an das Wunschverhalten darstellt. Das bedeutet letztlich, dass durch Operantes Konditionieren kein wirklich neues Verhalten gelernt sondern nur vorhandenes Verhaltenpotenzial kanalisiert wird. Das Programm enthält vor der Ausführung im Grunde nicht mehr Kompetenz als hinterher, denn das Computerprogramm ist eine von vornherein festgelegte Verhaltensbeschreibung, bei der im Laufe des «Trainings» lediglich einige Gewichte verändert aber keine neuen Anweisungen o. ä. hinzugefügt werden.

#### 4. Themenbereich: «Intelligente Medien»

Der Begriff Intelligenz wird im erziehungswissenschaftlichen Unterricht vor allem im Zusammenhang mit der kognitiven Entwicklung von

Menschen thematisiert. Typische Fragestellungen sind etwa: Welche kognitiven Fähigkeiten bezeichnet man als Intelligenz? Wie wird Intelligenz gemessen? Inwieweit ist Intelligenz durch Erbanlagen oder Umwelteinflüssen geprägt? Wie kann man die Entwicklung von Intelligenz fördern?

In der Informatik versucht man seit Jahrzehnten menschliche Intelligenz nachzubilden. Inzwischen gibt es eine Reihe von Softwareprodukten, die als «intelligent» bezeichnet werden. Weit verbreitet sind intelligente Agenten, die im Internet Dienstleistungen verrichten, oder intelligente Tutoren- und Hilfesysteme. Was aber macht die Intelligenz eines technischen Systems aus?

Der Informatiker und Mathematiker Alan Turing formulierte im Jahre 1950 in seinem berühmten Artikel «Can Machines Think?» folgenden Test für intelligentes Verhalten einer Maschine (Turing-Test):

Eine Versuchsperson unterhält sich ohne Blickkontakt - z. B. über Tastatur und Bildschirm - mit einem anderen Wesen, von dem sie nicht weiss, ob es ein Mensch oder eine Maschine ist. Die Maschine ist intelligent, wenn die Versuchsperson anhand der Antworten nicht entscheiden kann, ob sie es mit einem Menschen oder einer Maschine zu tun hat.

Demnach ist die Kommunikationsfähigkeit ein besonders wichtiges Merkmal intelligenter Systeme. Das wohl berühmteste Beispiel eines solchen Programms ist «Eliza», das 1966 von Joseph Weizenbaum am MIT entwickelt worden ist. Eliza verhält sich wie eine Gesprächstherapeutin im Sinne Rogers, die auf Fragen des Klienten eingeht, ihn dazu bringt über seine Probleme zu reden und einen verblüffend menschlichen Dialog führt. Im Internet findet man inzwischen eine Reihe weiterer «Gesprächsroboter» (Chatter Bots). Die folgende Tabelle enthält einige Beispiele zum Ausprobieren.

Gesprächsroboter	Bemerkung
Eliza < <a href="http://www-ai.ijs.si/eliza-cgi-bin/eliza_script">http://www-ai.ijs.si/eliza-cgi-bin/eliza_script</a> >	Der klassische Gesprächsroboter nach J. Weizenbaum
Alice < <a href="http://206.184.206.210/">http://206.184.206.210/</a> >	Alice wurde in AIML (Artificial Intelligence Markup Language) programmiert, einer Sprache speziell für die Implementierung von Gesprächsrobotern

Brian < <a href="http://www.strout.net/info/science/ai/brian/">http://www.strout.net/info/science/ai/brian/</a> >	Brian ist ein Roboter, der glaubt ein 18-jähriger Jugendlicher zu sein, der in Sydney lebt.
Das Orakel von Apollinaris < <a href="http://www.apollinaris.de/">http://www.apollinaris.de/</a> >	Kommerzieller deutschsprachiger Auskunftroboter, der alles über Wasser (speziell Sprudelwasser) weiss und im sprachlichen Stil eines Orakels kommuniziert.

Chatter Bots können reiner Selbstzweck sein oder aber auch als Auskunftssystem mit natürlichsprachlicher Benutzungsschnittstelle dienen. Viele Informationsgewinnungssysteme (wie z. B. Suchmaschinen) sind heute in der Lage, natürlichsprachige Eingaben zu verarbeiten.

Neben der Kommunikationsfähigkeit nennt Hermann Helbig weitere Merkmale eines intelligenten Systems, darunter

- den Besitz eines inneren Modells der äusseren Welt,
- Lernfähigkeit,
- die Fähigkeit, gespeichertes Wissen zweckentsprechend einzusetzen und vernünftige Schlussfolgerungen aus dem Wissen ziehen zu können,
- die Fähigkeit sich planvoll zu verhalten,
- Anpassungsfähigkeit an verschiedene Situationen und Problemumgebungen,
- die Fähigkeit, auch in unscharf bzw. unvollständig beschriebenen Situationen handeln zu können.<sup>1</sup>

In den folgenden beiden Projektvorschlägen sollen die Kursteilnehmer Programme schreiben, die gewisse Merkmale intelligenter Systeme besitzen.

### Projektvorschlag: Ein Gesprächsroboter

Hier steht der Aspekt «Kommunikationsfähigkeit» im Vordergrund. Die Schüler/innen testen zunächst Chatter-Bots, die über das Internet erreichbar sind. Sie spielen einen Turing-Test durch und versuchen durch geschicktes Fragen einen Einblick in die Arbeitsweise des Programms zu erhalten. Anschliessend entwickeln sie selbst einen Gesprächsroboter, der zu einem bestimmten Thema (z. B. Freizeitangebot der Schule, Energiesparkonzept,

Abfallentsorgung) Auskunft gibt. Dabei sollen möglichst «menschliche» Dialoge entstehen.

Die Schülerinnen und Schüler entwerfen zunächst einen Zustandsübergangsgraphen, welcher die Struktur des Mensch-Maschine-DIALOGS wiedergibt. Dabei gilt es, die Logik eines Gesprächsverlaufes zu erkennen, mögliche Sprachäusserungen des Kommunikationspartners in einer bestimmten Gesprächssituation zu antizipieren, und einen (naiven) Weg zu finden, die semantische Bedeutung einer Zeichenkette, die über die Tastatur eingegeben worden ist, zu ermitteln. Die folgende Abbildung zeigt ein kleines Beispiel, das einen Dialog mit einem Kellner in einem Imbissrestaurant modelliert. Es wurde von Schülerinnen und Schülern eines Informatik-Einführungskurses (Jahrgangsstufe 11) entwickelt.

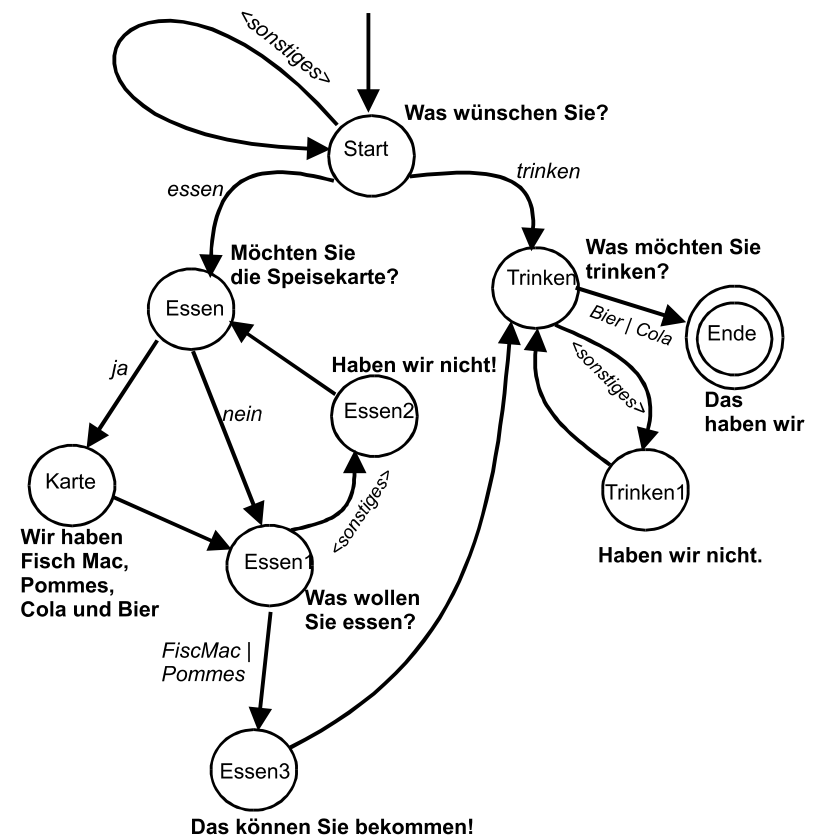


Abb. 2: Zustandsübergangsgraph eines einfachen Gesprächsroboters

<sup>1</sup> Hermann Helbig: *Künstliche Intelligenz und automatische Wissensverarbeitung*. Berlin 1996, S. 12 f.

Jeder Zustand (im Diagramm durch einen Kreis symbolisiert) repräsentiert eine Gesprächssituation, in der der Roboter etwas sagt und dann auf eine Eingabe seines Kommunikationspartners wartet. Das Programm prüft, ob die Benutzereingabe bestimmte Zeichenketten enthält (Beschriftung der Pfeile) und wechselt dann in den Folgezustand, der durch einen Pfeil markiert ist.

Auf der Basis des Zustandsübergangsgraphen wird ein Java-oder Pascal-Programm implementiert. Für jeden Zustand wird eine Methode oder Prozedur geschrieben, welche den Ausgabertext auf den Bildschirm bringt, die folgende Texteingabe des Gesprächspartners analysiert und den Folgezustand auswählt.

Als Alternative zur Verwendung einer klassischen Programmiersprache kann ein HTML-Hypertext mit Javascript-Funktionen entwickelt werden. Zu jedem Zustand des Diagramms wird eine Webseite mit Text, eventuell einem Bild und einem Eingabefeld angefertigt. JavaScript bietet die kom-

```
<html>
<head>
<script language="JavaScript">
function Auswertung (obj)
{
re=/(ha)+\blhi(hi)+\blhe(he)+\b/;
if (re.test(obj))
window.alert("Gelächter")
else window.alert("kein Gelächter")
}
</script>
</head>
<body>
Test auf Gelächter
<form>
<input type="text" name="Eingabe" size=30 >
<input type="button" value="OK"
OnClick="Auswertung(Eingabe.value)">
</form>
</body>
</html>
```

fortable Möglichkeit, Eingabetexte mit Hilfe regulärer Ausdrücke zu analysieren (Objektklasse «regular expression»). Das Beispiel demonstriert diese Programmieretechnik. In der Funktion auswertung wird ein Objekt re der Klasse regular expression instanziiert. Die Methode test prüft, ob die als Parameter übergebene Zeichenkette obj (der Eingabetext) zu dem regulären Ausdruck «passt», das heisst - mathematisch gesprochen - ob sie in der durch den regulären Ausdruck definierten Menge von Zeichenketten enthalten ist.

Vor dem Hintergrund der Erfahrungen, die sie mit Gesprächsrobotern gesammelt hat, setzt sich die Lerngruppe mit Fragen zur Kommunikationsfähigkeit und Intelligenz auseinander, z. B.

- Was unterscheidet die Kommunikation mit dem Roboter von der Kommunikation mit lebendigen Menschen in einer face-to-face-Situation?
- Wo liegen die Grenzen der Spracherkennung des Roboters? Wie erfassen Menschen die Bedeutung einer Sprachäusserung?
- Inwiefern ist der Roboter ein «intelligentes Wesen»?

### Projektvorschlag: Ein intelligentes Tutorial

Ein intelligentes tutorielles System unterstützt einen Lernprozess, indem es die individuellen Vorkenntnisse des Kommunikationspartners berücksichtigt und seine Erklärungen gezielt auf dessen Bedürfnisse abstimmt. Ein in der Literatur gut beschriebenes Beispiel ist das Lisp-Tutorial, welches unter der Leitung des amerikanischen Kognitionspsychologen John Anderson entwickelt worden ist, und seit 1984 an verschiedenen Universitäten eingesetzt wird [And99, S. 296 ff.]. Ein solches Programm weist neben der Kommunikationsfähigkeit zumindest zwei weitere Merkmale intelligenter Systeme aus der oben erwähnten Liste von Herbig auf, nämlich den Besitz eines internen Modells der äusseren Welt (hier: ein Modell des Benutzers) und Lernfähigkeit, denn das Benutzermodell muss im Laufe des Dialogs erst erworben werden.

Ein Beispiel für den Einsatz eines kleinen intelligenten Tutorensystem im Schulbereich ist eine Anleitung zur Durchführung eines chemischen Experimentes, etwa der Herstellung von Seife aus Natronlauge und Ölsäure. Eine solche Versuchsanleitung kann sehr knapp sein:

«Gib in ein Reagenzglas 1 ml Ölsäure und 0,5 ml Natronlauge und erhitze das Gemisch in der Gasbrennerflamme einige Minuten lang bis zum Sieden.»



Für eine Schülerin eines Chemie-Leistungskurses mit viel Laborerfahrung kann diese Information absolut ausreichend sein. Wer nur wenige Chemie-Kenntnisse besitzt, ist nach dem Lesen dieser Zeilen nicht in der Lage, den Versuch unfallfrei durchzuführen. Er oder sie weiss vielleicht nicht, was ein Reagenzglas ist, wie man einen Gasbrenner bedient und welche Sicherheitsvorkehrungen beim Umgang mit ätzenden Flüssigkeiten einzuhalten sind.

Ein einfaches Benutzermodell könnte aus einer Tabelle bestehen, welche zu relevanten Vorkenntnissen jeweils die Wahrscheinlichkeit oder das Ausmass angibt, mit der die Benutzerin oder der Benutzer das erforderliche Wissen besitzt. Die folgende Tabelle zeigt ein Beispiel mit relativ grober Kategorisierung des Vorwissens.

Wissenselemente	Wahrscheinlichkeit
Kenntnis der Laborgeräte	20 %
Umgang mit Gasbrenner	80 %
Sicherheitsvorkehrungen	50 %
Kenntnisse über Chemikalien	0 %

Das intelligente tutorielle System soll nun, je nach Vorwissen der Benutzer/in, unterschiedlich ausführliche Erklärungen liefern. Texte können durch Digitalfotos ergänzt werden.

Wie erwirbt das System ein Benutzermodell? Die Tabelle könnte mit mittleren Wahrscheinlichkeitswerten von 50 % initialisiert werden. Während des Dialogs werden die Werte dann - je nach Benutzerverhalten - nach oben oder unten verändert. Im einfachsten Fall fragt das Programm zwischendurch immer wieder nach, ob alles verstanden worden ist oder ob in bestimmten Fragen noch Erklärungsbedarf besteht. («Reicht dir die Erklärung?», «Weisst du, wie man die Flammengrösse regelt?» usw.).

Wenn das Tutorial als HTML-Hypertext realisiert wird, müssen die Variablen des Benutzermodells als Cookies gespeichert werden. In der Internet-technik ist dies im Grunde sogar der eigentliche Verwendungszweck für Cookies. Viele kommerzielle Websites (z. B. Online-Shops) speichern auf diese Weise die Namen und Vorlieben ihrer Kunden, um den Dialog beim nächsten Besuch effizienter zu machen.

Fertige Minitutorials dieser Art können später im Unterricht eingesetzt, von den Schülerinnen und Schülern evaluiert und weiterentwickelt werden.

*Beispiel:* Erhitzen mit dem Gasbrenner - ein Erklärungsfragment aus einem intelligenten Tutorial

Vorkenntnisse zum Umgang mit dem Gasbrenner	Erklärung
Über 80%	Erhitze das Gemisch mit einer nichtleuchtenden, kleinen Flamme des Gasbrenners.
Zwischen 40% und 80%	Entzünde den Gasbrenner bei geschlossener Luftzufuhr. Stelle mit dem kleinen Gashahn am Fuss des Brenners die Flammengrösse ein. Öffne die Luftzufuhr, bis die Flamme farblos wird.
Unter 40%	Räume den Tisch leer und setze eine Schutzbrille auf. Wenn du lange Haare hast, binde sie dir hinten mit einem Gummi zusammen. Schliesse den Schlauch des Gasbrenners am gelben Gashahn auf deinem Arbeitstisch an. Schliesse die Luftzufuhr am Gasbrenner (s. Abbildung). Achte darauf, dass der kleine Gashahn am Fuss des Gasbrenners senkrecht steht (s. Abbildung). Mit ihm kann man die Grösse der Flamme einstellen. Drücke den gelben Gashahn nach unten und drehe ihn bis zum Anschlag nach rechts. Nun strömt Gas aus dem Brennerrohr. Entzünde die Flamme. Stelle mit dem kleinen Gashahn am Fuss des Brenners die Flammengrösse ein. Öffne die Luftzufuhr, bis die Flamme farblos wird.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden einige Ansätze aufgezeigt, wie Inhalte des Unterrichts in den Fächern Informatik und Erziehungswissenschaft in medienpädagogisch orientierten Projekten verknüpft werden können. Fragen der konkreten unterrichtspraktischen Umsetzung konnten in diesem Rahmen nur angerissen werden, zumal bisher noch ausreichende Erfahrungen fehlen. Einige der hier vorgestellten Vorhaben werden gegenwärtig in einem Leistungskurs Erziehungswissenschaft an der Holzkamp-Gesamtschule Witten erprobt.

Die Beispiele konnten nur einen kleinen Teil des Themenspektrums ab-

decken. Viele andere Projektideen, nicht zuletzt solche, bei denen es um die Nutzung und Gestaltung von (für viele Jugendliche zum Alltag gehörender) moderner Kommunikationstechnik geht, erscheinen es wert aufgegriffen und weiterentwickelt zu werden, z. B.

- geschlechtsspezifische Aspekte bei der Gestaltung von Edutainment-Software,
- Analyse der Kommunikation in Chat Rooms und Programmierung eines eigenen Chat-Systems,
- Sozialisation im Cyberspace (Netiquette, Sanktionen gegen Normverstöße),
- Computerkriminalität - eine typische Form von abweichendem Verhalten im Jugendalter?
- Spielsucht (Was ist das Geheimnis eines erfolgreichen Computerspiels? Entwicklung eines «süchtig machenden» Computerspiels),
- Lernen im Netz (Virtuelle Schulen und virtuelle Universitäten, neue Formen des Lernens und der Kooperation),
- Online-Beratungssystem für Schülerinnen und Schüler.

## Literatur und Links

Galerie mit Animationen und interaktiven Webseiten zu diesem Artikel:

<http://voss.fernuni-hagen.de/import/schulinformatik/medienpaedagogik/medienpaed.html>

Botspot, eine Website mit vielen Informationen rund um das Thema

«Roboter im Internet»: <http://Bots.internet.com/>

[And96] Anderson, John: *Kognitive Psychologie*. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag 1996

[Balz99] Balzert, Heide: *Lehrbuch der Objektmodellierung: Analyse und Entwurf*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag 1999

Flinders University of South Australia: «Informationen zum Loebner Preis für künstliche Intelligenz.» <http://www.cs.flinders.edu.au/research/AI/LoebnerPrize/>

[GI99] «Informatische Bildung und Medienerziehung.» Empfehlung der Gesellschaft für Informatik e.V., erarbeitet von einem Arbeitskreis des Fachausschusses «Informatische Bildung in Schulen» (7.3) [http://www.gi-ev.de/informatik/publikationen/empfehlung\\_991206.shtml](http://www.gi-ev.de/informatik/publikationen/empfehlung_991206.shtml)

[Helb96] Helbig, Hermann: *Künstliche Intelligenz und automatische Wissensverarbeitung*. Berlin: Verlag Technik 1996

[Weig99] Weigend, Michael: «Roboter im Internet (1)». In: *Informatik betrifft uns* 4 (1999). [Bergmoser und Höller Verlag]

[Weiz77] Weizenbaum, Joseph: *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt am Main 1977