

Konstruktion interaktiver Lernaufgaben für die universitäre Lehre

eingereicht zur Publikation:
Kommen digitale Medien an den Hochschulen in die Jahre?
Münster: Waxmann.

Hermann Körndle, Susanne Narciss & Antje Proske

Technische Universität Dresden, Psychologie des Lehrens & Lernens

27. Februar 2004/Dresden

Erfolgreiches Lernen setzt voraus, sich aktiv mit den zu lernenden Materialien auseinander zu setzen. Vor allem für den Einsatz in computergestützten Lernumgebungen bieten sich zu diesem Zweck interaktive Lernaufgaben besonders an, da sie zu jedem Zeitpunkt eines Lernprozesses eingesetzt werden können. Ihre korrekte oder nicht korrekte Bearbeitung stellt wertvolle Informationen für die Regulation und Steuerung des Lernprozesses bereit. Solche Informationen können Lernaufgaben jedoch nur liefern, wenn sie systematisch und theoriegeleitet konstruiert wurden. Allerdings existiert nur wenig Literatur, die Lehrende bei der systematischen Konstruktion von Lernaufgaben anleitet und unterstützt. Aus diesem Grund beschreibt der Beitrag die vier Aufgabendimensionen interaktiver Lernaufgaben (Aufgabeninhalte, kognitive Anforderungen, Interaktivität von Aufgaben, formale Aspekte von Aufgaben). Außerdem stellt er die aus empirischen Untersuchungen insbesondere zu Feedbackprozeduren abgeleiteten Regeln vor, die zusammen mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen zu den Aufgabendimensionen bei der optimalen Aufgaben-Gestaltung berücksichtigt werden müssen.

Um Aufgabenkonstrukteuren trotz dieses umfangreichen Wissensbestands das regelgerechtes Erstellen von Aufgaben zu erleichtern, fanden dieses Erkenntnisse und Regeln Eingang in die in unserer Arbeitsgruppe entwickelte Aufgabenbeschreibungssprache EF (Exercise Format). Mit ihr ist es möglich, den Aufgabenkonstrukteuren durch Nutzung des EF-Editors eine regelgeleitete Aufgabenkonstruktion nahe zu legen. Eine Beispielaufgabe, die mit dem EF-Editor erstellt wurde, schließt den Beitrag ab.

1 Einleitung

Computergestützte Lernumgebungen beschränken sich gegenwärtig häufig darauf, Informationen und Medien unterschiedlicher Art multimedial zu präsentieren und zur Verfügung zu stellen. Erfolgreiches Lernen setzt jedoch unter anderem voraus, dass die Lernenden sich aktiv und nicht nur rezeptiv mit Inhalten und Medien auseinander setzen. Eine weit verbreitete und bewährte Methode, diese intensive Auseinandersetzung anzuregen, besteht darin, den Lernenden Fragen und Aufgaben zu den Lerninhalten zu stellen. Moderne Medien erlauben es, interaktive Lernaufgaben zu konstruieren. Interaktive Lernaufgaben sind komplexe computerunterstützte Aufgaben, die so konstruiert sind, dass sie eine selbstständige richtige und vollständige Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen unterstützen. Sie bestehen im Allgemeinen aus folgenden Komponenten: einer Fragestellung, die die zur Bewältigung der Aufgabenanforderungen notwendigen Lösungsschritte expliziert, einem Antwortbereich mit Eingabefeldern für diese Lösungsschritte und verschiedenen Bedienelementen sowie verschiedenen Feedback-Komponenten.

Interaktive Lernaufgaben spielen vor allem in computerunterstützten Lehr-Lernprozessen, die selbstständiges Lernen erfordern, eine zentrale Rolle (Körndle & Narciss, 2003; Proske, Narciss & Körndle, im Druck). Sie können in unterschiedlichen Phasen des Lernprozesses mit unterschiedlichen Funktionen eingesetzt werden: In der Vorbereitungsphase werden durch die Lernaufgaben die Lernziele expliziert und die Anforderungen transparent, die der Lernende im Verlauf des Lernens zu bewältigen hat. Der Lernende kann sein Vorwissen in einem Themengebiet testen und themenspezifisches Vorwissen aktivieren. Während der Phase des Wissenserwerbs ermöglichen die Lernaufgaben nicht nur Wiederholung und vertiefte Verarbeitung des Lehrstoffs, sondern empfehlen den Lernenden z.B. auch erfolgreiche Lösungsstrategien. Bearbeitungshinweise und informative Rückmeldungen helfen dabei, Hürden in der Aufgabenbearbeitung selbstständig zu nehmen und somit das Lernziel zu erreichen. In der Auswertephase können Lernende mit Hilfe von Lernaufgaben schnell ihren Lernerfolg und ihren Könnensstand überprüfen und so herausfinden, wie weit sie vom selbst gestellten oder fremd gesetzten Lernkriterium entfernt sind. Informationen über die erfolgreiche oder nicht erfolgreiche Bearbeitung von Lernaufgaben können als Grundlage für die Planung des weiteren Lernverlaufs genutzt werden. Darüber hinaus lassen sich Wissens-,

Verstehens- und Anwendungsaufgaben so zusammenstellen, dass sich ein differenziertes Leistungsprofil des Lerners erfassen lässt.

Zahlreiche Studien belegen daher, dass das Bearbeiten von Lernaufgaben zu positiven Lerneffekten führt, wenn die Aufgaben theoretisch begründet und systematisch und nicht nur rein intuitiv erzeugt wurden (s. z.B. die Meta-Analyse von Hamaker, 1986). D. h. ihrer zentralen Rolle im Lernprozess können Lernaufgaben nur dann gerecht werden, wenn sie systematisch und auf psychologische Theorien gestützt konstruiert werden (Klauer, 1979, 1987; Jonassen, Tessmer & Hannum, 1999). Lernaufgaben werden jedoch häufig eher intuitiv als theoretisch oder empirisch begründet erzeugt. Häufig werden nur Aufgaben zusammengestellt, die schnell und ohne großen Aufwand konstruiert oder aus vorhandenen Lehrmaterialien übernommen werden können. Das hat zur Folge, dass in vielen computerunterstützten Lehr-Lernumgebungen nur Lern- bzw. Testaufgaben bereitgestellt werden, die allenfalls die Reproduktion von Faktenwissen und kaum die Anwendung des Wissens verlangen. Außerdem ist die Interaktivität der Aufgaben meist auf das Eingeben von Lösungen und ergebnisorientiertes Feedback beschränkt. Ziel des vorliegenden Beitrags ist es daher, einen Ansatz zur Aufgabenkonstruktion vorzustellen, der sich für die systematische und effiziente Konstruktion unterschiedlich anspruchsvoller Aufgaben für universitäre Lehrbereiche eignet. Hierzu werden für die mit modernen Informationstechnologien verknüpften inhaltlichen, formalen und interaktiven Aufgabenaspekte theoretisch und empirisch begründete Gestaltungsprinzipien abgeleitet. Am Beispiel einer interaktiven Lernaufgabe wird schließlich gezeigt, wie diese Gestaltungsprinzipien mit Hilfe eines in unserer Arbeitsgruppe entwickelten multimedialen Werkzeugs zur Aufgabenkonstruktion (EF-Editor; s. auch Proske, Narciss & Körndle, im Druck, <http://www.studierplatz2000.tu-dresden.de/ef/>) angewandt und umgesetzt werden können.

2 Dimensionen von Lernaufgaben

Basis für eine systematische Aufgabenkonstruktion ist die Analyse und Beschreibung der Komponenten von Lernaufgaben, die man bei der Aufgabengenerierung systematisch variieren und kombinieren kann. Als Ausgangspunkt für diese Analyse und Beschreibung von Aufgabenkomponenten dient in der vorliegenden Arbeit

Klauers Definition von Testitems: Eine Aufgabe ist dann eindeutig definiert, wenn der *Inhalt*, die *Aufgabenform* und die *Handlung*, die die Person bei der Aufgabenbearbeitung ausführen muss, eindeutig beschrieben sind (vgl. Klauer, 1987).

Für die Konstruktion computergestützter interaktiver Lernaufgaben muss dieser Ansatz jedoch modifiziert und um eine Dimension erweitert werden: Um die Eigenschaften einer Lernaufgabe präzise beschreiben zu können, ist es notwendig, neben den *Inhalten* auch die *kognitiven Anforderungen* der späteren Aufgabe sorgfältig zu differenzieren und zu analysieren. Um dann Gegenstand (= Inhalt) und kognitive Anforderung der Aufgabe in eine Aufgabenstellung zu transformieren, ist es notwendig, Aufgabenform, Modus der Aufgabenpräsentation und die zur Aufgabenbearbeitung auszuführenden Handlungen des Lernenden festzulegen (*formale Aspekte der Aufgabe*). In einem weiteren Schritt müssen die *Interaktionsmöglichkeiten*, die dem Lernenden bei der Aufgabenbearbeitung zur Verfügung stehen sollen, spezifiziert werden (Körndle & Narciss, 2003). Erst nachdem diese unterschiedlichen Entscheidungen gefällt wurden, ist eine Lernaufgabe entstanden, die einen ganz konkreten Inhalt mit einer ganz konkreten kognitiven Anforderung in einer bestimmten Art und Weise vom Lernenden abverlangt und spezifische interaktive Hilfestellungen bereitstellt. Im Folgenden werden diese Dimensionen näher beschrieben. Dabei wird vor allem auf Merkmale eingegangen, die systematisch variiert werden können, um unterschiedlich komplexe Lernaufgaben zu entwickeln.

2.1 Aufgabeninhalte

Die Grundlage zur detaillierten Beschreibung der Inhalte, die Gegenstand von Aufgaben zu einem bestimmten Wissensbereich sein sollen, ist in der Regel die Analyse und Strukturierung des relevanten Wissensbereichs. Zu diesem Zweck wird das Wissensgebiet in kleine, unterschiedlich komplexe Wissensbausteine zerlegt. In einem nächsten Schritt werden Relationen zwischen und unter den Wissensbausteinen expliziert (eine detaillierte Beschreibung solcher Verfahren der Inhaltsanalyse findet man z.B. bei Jonassen, Tessmer & Hannum, 1999 oder Albert & Lukas, 1999).

Für die Aufgabenkonstruktion zu den sehr umfangreichen und komplexen universitären Lehr- bzw. Wissensbereichen schlagen wir vor, zunächst die

lernzielrelevanten inhaltlichen Wissensbausteine zu identifizieren, zu spezifizieren und zu ordnen. Unabhängig vom jeweiligen konkreten Lehrthema sind diese Bausteine weiter zu untergliedern. Der Gliederungsvorschlag von Haladyna (1994) sieht dafür Fakten, Ereignisse, Begriffe und Regeln vor. Eine andere Möglichkeit der Untergliederung wäre:

- a) *Elementare Begriffe bzw. Fachtermini* – Begriffe, die durch wenige Merkmale und Relationen gekennzeichnet sind,
- b) *Oberbegriffe, übergeordnete Konzepte* – Begriffe, die entweder mehrere elementare Begriffe zusammenfassen oder im vorliegenden theoretischen Kontext eine übergeordnete Bedeutung haben,
- c) *Gesetzmäßigkeiten, Prinzipien* – gut belegte regelhafte Verknüpfung von Sachverhalten z.B. in Form von Wenn-Dann-Regeln,
- d) *Modelle/Theoretische Ansätze* – Verknüpfung von Begriffen und Gesetzmäßigkeiten zu einem übergeordneten Modell.

Ebenso wie die einzelnen Aussagen in den Wissensbausteinen aufeinander Bezug nehmen, so lassen sich auch mehrere Wissensbausteine durch unterschiedliche Relationen zu Wissensbereichen verknüpfen. Welche Relationen für ein Lehrgebiet sinnvoll sind, hängt im wesentlichen von den Lehrzielen ab. Naheliegend sind z.B. Relationen wie *Oberbegriff-Unterbegriff*, *Ursache-Wirkung*, *ist Bedingung von*, *Teil-Ganzes*, *Gemeinsamkeiten-Unterschiede*, *ist Alltagsbeispiel von*. Auf der Basis solcher semantischen Relationen können inhaltlich verschiedene Aufgaben mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad passend zu einem Wissensbaustein und einem Wissensbereich konstruiert werden (z.B. Fragen nach Ursache, Fragen nach Bedingung oder Aufgaben wie z.B. einen Sachverhalt anhand eines Alltagsbeispiels erläutern).

Möchte man die Anforderungen von Lernaufgaben systematisch variieren, um sie z.B. gezielt im Lernprozess einsetzen oder bei der Lernerfolgskontrolle bzw. Wissensdiagnose auf möglichst ökonomische Weise auswählen zu können, muss man darüber hinaus Vorstellungen entwickeln, wie die Bausteine eines Wissensbereichs aufeinander aufbauen. Neben den typischen sachlogisch begründeten Aufbauprinzipien lassen sich Wissensbereiche auch durch die Relation *ist Vorwissen von* strukturieren. Eine Formalisierung dieses Vorgehens findet sich im wissenspsychologischen Ansatz der „knowledge structures“ (Doignon & Falmagne, 1999; Albert & Lukas, 1999).

2.2 Kognitive Anforderungen

Als Ausgangspunkt für die Bestimmung kognitiver Anforderungen dient häufig die Taxonomie kognitiver Lehrziele von Bloom (1973). Hier werden kognitive Anforderungen in sechs Hauptkategorien hierarchisch geordnet: *Wissen, Verstehen, Anwenden, Analysieren, Synthetisieren, Evaluieren*. Jede Hauptkategorie wird weiter in spezifischere kognitive Lehrziele unterteilt, in denen die kognitiven Lehrziele bereits auf inhaltliche Wissensbausteine bezogen werden (z.B. Wissen von konkreten Einzelheiten, Wissen von Verallgemeinerungen und Abstraktionen).

Unser Anliegen bei der Spezifikation und Klassifikation von kognitiven Anforderungen war es dagegen, die einzelnen Kategorien so zu wählen, dass ihre Beschreibung oder Definition z.B. auch ohne direkten Bezug zur inhaltlichen Dimension möglich ist. Eine solche eher allgemein und vom speziellen Wissensgebiet unabhängige einsetzbare Klassifikation könnte folgende Kategorien und Unterkategorien umfassen:

1. Erinnern
 - a) *Recognition* – Abruf von Wissen mit Hinweisreiz (Wiedererkennen),
 - b) *Recall* – Abruf von Wissen ohne Hinweisreiz (Reproduzieren).
2. Transformieren
 - a) *Abilden* – Darstellen von Inhalten in neuer Form,
 - b) *Paraphrasieren* – Wiedergeben von Inhalten mit anderen (eigenen) Worten,
 - c) *Illustrieren* – Finden von Beispielen.
3. Klassifizieren
 - a) *Diskriminieren* – Finden von Unterschieden,
 - b) *Generalisieren* – Finden von Gemeinsamkeiten,
 - c) *Kreuzklassifizieren* – Finden von Gemeinsamkeiten und Unterschieden.
4. Argumentieren – Schlussfolgern
 - a) *Extrapolieren* – Vorhersagen treffen, Hypothesen erstellen,
 - b) *Interpolieren* – Rückschlüsse auf einzelne Komponenten oder Faktoren ziehen, die einen Sachverhalt bestimmen,
 - c) *Interpretieren* – Deuten und Bewerten von Ergebnissen und Aussagen.

Mit dieser Untergliederung ist es prinzipiell denkbar, jede dieser operativen Kategorien mit jeder der inhaltlichen Kategorien zu kombinieren. Neben diesen allgemein gehaltenen Kategorien für kognitive Anforderungen bei der

Aufgabenbearbeitung finden sich auch themengebietsspezifische Vorschläge für Operationen: Im Fremdsprachenunterricht unterscheiden z.B. Rüschoff und Wolff (1999) Lese-, Schreib-, Hör- und Sprechaufgaben. In naturwissenschaftlichen Themenfeldern werden als Kategorien für Operationen des naturwissenschaftlichen Arbeitens die Interpretation von Begriffen, die Beschreibung von Wissen, die Organisation des Wissens sowie das Problemlösen vorgeschlagen (Reif, 1995).

2.3 Interaktivität von Aufgaben

Lernaufgaben werden in der Regel durch eine geplante Abfolge mehrerer nicht-beobachtbarer wie beobachtbarer Operationen des Lernenden bearbeitet und gelöst. Die typische Bearbeitung von Lernaufgaben an Computern sieht üblicherweise so aus, dass den Lernenden die Aufgabenstellung durch das System vorgegeben wird, sie die Lösung ohne Computer erarbeiten und diese dann per Mausklick oder Tastatur dem System mitteilen. Die Interaktivität mit dem Computer beschränkt sich hierbei häufig auf das Eingeben der Lösung und evtl. ergebnisorientiertes Feedback. Moderne Computertechnologie bietet jedoch wesentlich mehr Möglichkeiten, Lernende bei der selbständigen und vollständig richtigen Bearbeitung zu unterstützen. Hierzu gehören die strukturierte Vorgabe sorgfältig spezifizierter *Teilaufgaben* und das Angebot von *informativem tutoriellen Feedback* für diese Teilaufgaben.

Spezifizierung, Strukturierung und Präsentation von Teilaufgaben: Um Teilaufgaben strukturiert vorgeben zu können, müssen Aufgaben hinsichtlich ihrer Anforderungen analysiert werden. Auf der Grundlage dieser Aufgabenanalyse können dann Teilaufgaben und die dazugehörigen Lösungsschritte spezifiziert und in einzelne transparente Interaktionsschritte transformiert werden. Dies bedeutet einerseits, dass für diese Teilaufgaben Instruktionen entwickelt werden, die die zur Lösung der Aufgabe erforderlichen Einzelschritte explizieren. Andererseits erfordert es die Entwicklung von Präsentationsmodalitäten, die den Lernenden Interaktionsmöglichkeiten anbieten, um diese Lösungsschritte am Computer ausführen zu können (z.B. Sortieren, Zuordnen, Begriffe eingeben). Eine solche Vorgehensweise bei der Konstruktion von interaktiven Aufgaben hat unter anderem den Vorteil, dass die Lernenden durch die Nennung der verschiedenen Teilaufgaben beim Erkennen der erforderlichen Lösungsschritte und Lösungsstrategien unterstützt werden.

Informatives tutorielles Feedback: Geben die Lernenden bei der Aufgabenbearbeitung ihre Teillösungen ein, werden sowohl die von den Lernenden bewältigten Anforderungen als auch die nicht bewältigten Teile der Aufgabe beobachtbar. Eine automatische Überprüfung der Korrektheit einer Teillösung ist dadurch technisch nicht allzu aufwendig. Diese Verfahrensweise liefert daher eine Fülle diagnostischer Informationen über die Teilleistungen beim Bearbeiten der Aufgabe, über die bei der Bearbeitung der einzelnen Teilaufgaben aufgetretenen typischen Fehler und über die Hürden, die die Lernenden bei den einzelnen Teilaufgaben zu bewältigen hatten. Man kann daher für die Teilaufgaben nicht nur ergebnisorientierte Feedback-Komponenten (z.B. *knowledge of result, knowledge of the correct response = KCR*), sondern auch informative tutorielle Feedback-Komponenten entwickeln. Informatives tutorielles Feedback (ITF) zeichnet sich dadurch aus, dass es strategische Informationen zur Korrektur von Fehlern oder zur Überwindung von Hürden im Lernprozess liefert, ohne unmittelbar die Lösung anzubieten (Narciss & Huth, im Druck). Im Gegensatz zu elaborierten Feedback-Arten, die unmittelbar die Lösung präsentieren, ermöglicht es eine wiederholte Bearbeitung der Aufgabe bzw. Teilaufgaben mit Hilfe der tutoriellen Information. Es unterstützt den Lernenden also, trotz fehlerhafter Lösungsschritte, die Anforderungen doch noch erfolgreich zu bewältigen.

Grundlage für die inhaltliche Gestaltung von informativen tutoriellen Feedback-Komponenten sind neben der inhaltlichen und kognitiven Anforderungsanalyse des ausgewählten Wissensbereichs auch empirische Analysen typischer Fehler bzw. Fehlerquellen. Solche Fehlerquellen können z.B. mangelndes inhaltliches Wissen oder die fehlende Beherrschung einer kognitiven Operation sein. Sind die möglichen Fehlerquellen identifiziert, können dazu gezielt Korrektur- oder Lösungshilfen gestaltet werden, die im Falle des betreffenden Fehlers angeboten werden können (vgl. Narciss & Huth, im Druck).

Auf der Basis der o.g. Literatur und eigener experimenteller Untersuchungen sollen zur lern- und motivationsförderlichen Gestaltung informativer Rückmeldungen folgende Regeln bei Feedbackprozeduren berücksichtigt werden:

- a) Feedback, insbesondere KCR sollte erst dann präsentiert werden, wenn die Lernenden selbst versucht haben, die Aufgabe zu bearbeiten.
- b) Tutorielle Feedbackkomponenten sollten nicht unmittelbar zusammen mit Angaben zur korrekten Lösung (KCR) angeboten werden.

- c) Tutorielle Feedbackkomponenten sollten schrittweise präsentiert werden (Ort des Fehlers, Art des Fehlers, Hinweis zur Korrektur des Fehlers...)

Hinweise auf die Art des Fehlers sowie Hinweise zur Korrektur des Fehlers können in ihrem Detaillierungsgrad in Abhängigkeit der Strukturiertheit des Themengebietes variieren. Je besser ein Themengebiet definiert ist bzw. je genauer typische Fehler bei der Aufgabenbearbeitung bekannt sind, desto konkreter oder spezifischer auf den jeweiligen Fehler zugeschnittene Hinweise können zur Verfügung gestellt werden.

2.4 Formale Aspekte von Aufgaben

Zur vollständigen und eindeutigen Beschreibung der formalen Aspekte von Aufgaben gehören mindestens drei Komponenten:

- a) Präsentation des Aufgabeninhalts
- b) Präsentation einer Frage- bzw. Aufgabenstellung
- c) Spezifizieren des (erwarteten) Lösungsverhaltens

Darüber hinaus muss beschrieben werden, ob die Aufgabenstellung einzeln oder kooperativ von mehreren Personen bearbeitet werden soll und ob die Lernenden dabei Zugriff auf externe Hilfsmittel wie z.B. Lexika haben sollen.

Präsentation des Aufgabeninhaltes: Bei der Präsentation des Aufgabeninhaltes geht es darum, die ausgewählte inhaltliche Komponente (z.B. einen Begriff, ein Prinzip, ein Modell) so darzustellen, dass die wesentlichen Informationen über die Charakteristika dieser Komponente angeboten werden. Dies kann mit Hilfe unterschiedlicher Darstellungsformen (z.B. Definition, Beispiel, Tabelle, Grafik) bzw. Materialien erfolgen (z.B. als Text(ausschnitt), Bild, Videoausschnitt, Hörbeispiel). Durch diese verschiedenen Darstellungsformen eröffnen sich weitere zahlreiche Möglichkeiten, unterschiedliche Aufgaben zu gestalten.

Präsentation einer Frage- bzw. Aufgabenstellung: Bei der Formulierung der Frage- bzw. Aufgabenstellung erfolgt eine Transformation der ausgewählten kognitiven Anforderung (z.B. Erinnern, Argumentieren) in eine Frage- bzw. Aufgabenstellung. Hierbei können viele verschiedene Aufgabenstellungen (z.B. Nennen, Ergänzen, Ordnen, Auswählen, Definieren, Vergleichen) bzw. Frageformen (z.B. Satzfragen, Wortfragen, W-Fragen, wörtliche oder paraphrasierte Fragen; vgl. Anderson, 1972) genutzt werden. Weiterhin sollte bei der Formulierung der Aufgabenstellung beachtet werden, dass die Frage so genau gestellt wird, dass einem Lernenden, der über das notwendige Wissen verfügt, klar ist, welche Operationen er ausführen muss,

um die Aufgabe zu bewältigen. Einem Lernenden, der nicht über das notwendige Wissen zur korrekten Bewältigung der Aufgabe verfügt, sollte dagegen die Aufgabenformulierung nicht eine bestimmte Lösung nahe legen, ohne dass er aktiv über eine Lösung nachgedacht hat.

Spezifizieren des (erwarteten) Lösungsverhaltens: Eng verknüpft mit der Präsentation der Aufgabenstellung ist die Spezifikation des erwarteten Lösungsverhaltens. Dies liegt u.a. daran, dass z.B. bei multiple choice-Aufgaben die erwartete korrekte Lösung neben falschen Lösungen in der Aufgabenstellung mit angeboten wird. Doch auch für Aufgaben mit offenem Antwortformat (z.B. W-Fragen, Kurzantwort- oder Ergänzungsaufgaben), bei denen die Lernenden die Antworten oder Lösungen selbst produzieren müssen und nicht auswählen können, müssen die potentiell richtige(n) Antwort(en) bzw. Lösung(en) festgelegt werden. Falls Synonyme existieren, gibt es mehrere korrekte Lösungen, die alle vom Konstrukteur als korrekte Lösungen berücksichtigt werden müssen.

3 Aufgabenerstellung mit dem EF-Editor

Die systematische Konstruktion multimedialer Lernaufgaben erfordert vom Konstrukteur vielfältige kognitionspsychologische und informationstechnische Kompetenzen. Zur Unterstützung der Konstrukteure entwickeln wir in unserer Arbeitsgruppe eine Beschreibungssprache (Exercise Format: EF), die eine Bestimmung der wesentlichen psychologischen Eigenschaften einer Aufgabe durch einige wenige Begriffe mittels plain text ermöglicht. Die Aufgabenbeschreibungen werden im dazugehörigen EF-Editor erstellt. Durch Kompilation entstehen daraus komplett interaktive webtaugliche Lernaufgaben inklusive der entsprechenden Bedienoberfläche. Im Sinne eines Werkzeugs werden somit dem Konstrukteur eine Fülle informationstechnischer Detailarbeiten abgenommen und ihm außerdem psychologisch zu präferierende Entscheidungen bei der Gestaltung der o.g. Aufgabendimensionen nahegelegt.

Mit dem bisherigen Entwicklungsstand des Exercise Formats können die typischen Aufgabenformate wie Multiple-Choice-, Drag & Drop-, Zuordnungs- und Kurzantwort-Aufgaben realisiert werden. Diese Grundformate lassen sich für komplexere Aufgabenstellungen, z.B. Karteikarten-Aufgaben, beliebig miteinander kombinieren (<http://www.studierplatz2000.tu-dresden.de/stupla/ef/Demoaufgaben/>). Exercise Format ermöglicht des weiteren die Wahl zwischen verschiedenen

Feedback-Prozeduren, die in Abhängigkeit der von den Lernenden gemachten Fehler aktiviert werden können. Zielerreichendes Lernen durch die Bereitstellung von Hinweisen, durch die Verfügbarkeit von Lösungsbeispielen oder informatives tutorielles Feedback kann so einfach realisiert werden.

Zielerreichendes Lernen durch die Bereitstellung von Hinweisen, durch die Verfügbarkeit von Lösungsbeispielen oder informatives tutorielles Feedback kann so einfach realisiert werden.

Ein Beispiel: Im Folgenden soll an einem Aufgabenbeispiel zum Thema „Textverständlichkeit“ gezeigt werden, wie die oben dargestellten Überlegungen zur Aufgabenkonstruktion unter Ausnutzung der Möglichkeiten des Exercise Formats bei der Erstellung einer komplexen interaktiven Aufgabe umgesetzt werden können: Ziel der Aufgabenbearbeitung soll der Erwerb der Fertigkeit sein, verständliche Texte zu schreiben. Zur Konstruktion einer dafür geeigneten Aufgabe müssen Entscheidungen bzgl. a) des Inhalts, b) der kognitiven Anforderungen, c) der Interaktion und d) der Form der Aufgabe getroffen werden.

Zu a) Verständliche Texte zeichnen sich durch eine Reihe von charakteristischen Merkmalen aus, die von den Autoren durch Umsetzung entsprechender Prinzipien realisiert werden können. Dazu gehören u.a. Prinzipien zur verständlichkeitsfördernden Textgestaltung wie sprachliche Einfachheit, semantische Kürze/Redundanz, kognitive Gliederung/Ordnung und motivationale Stimulanz (vgl. Christmann & Groeben, 1999). Diese Prinzipien und deren charakteristische Kennzeichen stellen in unserem Beispiel die Aufgabeninhalte dar.

Zu b) Mit diesen Inhalten müssen die Lernenden folgende Operationen ausführen können, um die Lernziele zu erreichen: 1) Kennen und Beschreiben der Merkmale, 2) Identifizieren der Textstellen, an denen die Prinzipien angewendet werden können, 3) Anwenden der Prinzipien beim Schreiben oder Überarbeiten des Texts.

Zu c) Bei der Entscheidung über die Interaktionsmöglichkeiten für die Aufgabenbearbeitung ist zunächst zu überlegen, dass mehr Interaktionsmöglichkeiten mit mehr Unterstützung für die Lernenden verbunden ist, aber auch steigenden Aufwand für die Erstellung der Teilaufgaben und die Formulierung der informativen Rückmeldungen zur Konsequenz hat. Je nach Vorkenntnissen und Lernmotivation der Lernenden sowie in Abhängigkeit des leistungsbaren Aufwands ist dann der Umfang der Interaktionsmöglichkeiten festzulegen.

Zu d) Um Lernende beim Schreiben verständlicher Texte durch Anwendung dieser Prinzipien zu unterstützen, genügt es nicht, ihnen diese komplexe Aufgabenstellung in Form der Instruktion „Schreiben Sie einen verständlichen Text durch Anwendung der Verständlichkeitskriterien“ zu geben. Vielmehr sollte ihnen durch die Formulierung der Aufgabenstellung ein strategisches Vorgehen bei der Aufgabenbearbeitung nahe gelegt werden. Das kann u. a. dadurch erreicht werden, dass in der Aufgabenstellung die zu bearbeitenden Teilaufgaben und die Reihenfolge ihrer Bearbeitung explizit genannt werden. Für unser Beispiel würde daraus folgende Instruktion resultieren: „Überarbeiten Sie den folgenden Text nach den Textverständlichkeitskriterien. Listen Sie dazu die Textverständlichkeitskriterien auf. Markieren Sie dann alle Textstellen, an denen Verständlichkeitskriterien verletzt sind. Geben Sie jeweils das verletzte Kriterium an und formulieren die Textstelle entsprechend um.“

Mit dem EF-Editor könnten die o.g. Konstruktionsüberlegungen folgendermaßen realisiert werden (siehe auch Abb. 1): Nach der Präsentation der in Teilaufgaben gegliederten Aufgabenstellung wird in einem Textfenster der zu überarbeitende Text dargestellt. Darunter wird eine dreispaltige Tabelle angelegt: Sie enthält in der linken Spalte die verschiedenen Textverständlichkeitskriterien. Mit Hilfe einer Cut & Paste-Funktion können die Textteile, in denen ein Verständlichkeitskriterium verletzt ist, entsprechend in die mittlere Spalte eingefügt werden. In die dritte Spalte können die Lernenden ihre Überarbeitungsvorschläge eintragen.

Abb. 1: Eine komplexe interaktive Lernaufgabe für das computergestützte selbständige Lernen

Korrigieren Sie den folgenden Textausschnitt unter Berücksichtigung psychologischer Textverständlichkeitskriterien.

- Listen Sie hierzu zunächst die fünf Oberbegriffe der Textverständlichkeitsskriterien in der linken Spalte der folgenden Tabelle auf.
- Klicken Sie im Text auf die Stellen, an denen gegen Textverständlichkeitsskriterien verstoßen wird, und legen Sie die einzelnen Stellen in der zweiten Spalte der Tabelle ab, und zwar in der Zeile, in der das entsprechende Kriterium steht.
- Machen Sie dann in der rechten Spalte der Tabelle Korrekturvorschläge für die unverständlichen Stellen.

Wissensstrukturen im Langzeitgedächtnis

Vertreter von Netzwerkansätzen gehen davon aus, dass sich Wissen in Form eines markierten Graphen repräsentieren lässt, bei dem Konzepte durch Knoten und Relationen zwischen den Konzepten durch Kanten dargestellt werden. Das Ordnungssystem des menschlichen Gedächtnisses ist weitaus flexibler als das Ordnungssystem einer Bibliothek.

Modelle der Wissensrepräsentation

Mit Assoziationsversuchen oder Simulationsexperimenten versucht man, verschiedene Modelle der Wissensrepräsentation zu erforschen. Dabei gibt es zahlreiche Probleme:

Auf welche Art ist die Information im Langzeitgedächtnis encodiert?

- Wird sie in einem Repräsentationsformat oder multipel kodiert?
- Handelt es sich um verbale oder um visuelle Informationen?
- Handelt es sich um deklaratives oder prozedurales Wissen?

Kriterium	Verstöße im Text	Korrekturvorschläge
sprachliche Einfachheit	Vertreter von Netzwerkansätzen gehen davon aus, dass sich Wissen in Form eines markierten Graphen repräsentieren lässt, bei dem Konzepte durch Knoten und Relationen zwischen den Konzepten durch Kanten dargestellt werden.	markierten Graphen repräsentieren lässt. Bei diesem Graphen werden Konzepte durch Knoten und Relat
kognitive Gliederung		
motivationale Stimulanz		
semantische Kürze/Redund		

Durch Betätigung des Bedienelements „Eingabe bestätigen“ werden die Eingaben der Lernenden auf Korrektheit bzw. Fehler geprüft. Bei Fehlern wird zunächst nur rückgemeldet, dass die Aufgabe noch Fehler enthält. Der Lernende kann auf der Basis dieser Rückmeldung evtl. seinen Fehler selbst korrigieren. Benötigt er Hilfe, bekommt er über das Bedienelement „Hinweis“ zusätzliche Informationen zur Lösung der Aufgabe. Wird die Aufgabe zum zweiten Mal nicht korrekt gelöst, wird nach dem Klicken auf „Eingabe bestätigen“ der Ort des Fehlers spezifiziert, in einem nächsten Aufruf das verletzte Gestaltungsprinzip und in einem weiteren Hinweisauftruf ein positives wie ein negatives Formulierungsbeispiel in einem Popup-Fenster präsentiert.

4 Ausblick

Interaktive Lernaufgaben spielen dann beim selbstständigen Lernen und Studieren eine zentrale Rolle, wenn sie systematisch konstruiert werden, verschiedene Schwierigkeitsgrade beinhalten und Lernende mit informativem Feedback unterstützen. Software-Tools wie der EF-Editor erleichtern die Erstellung von Lernaufgaben mit den erforderlichen Eigenschaften. Auf der Basis lern- und motivationspsychologischen Wissens ermöglicht das Exercise Format die Integration unterschiedlicher Inhalte, Materialien und Medien in Lernaufgaben unterschiedlicher Form mit unterschiedlichen informativen tutoriellen Feedback-Komponenten. Diese können in verschiedensten Lehr-Lernszenarien eingesetzt werden. Um die weitere Verbreitung und den Einsatz interaktiver Lernaufgaben in Studium und Lehre zu erreichen, ist der mit ihrer Konstruktion verbundene Aufwand weiter zu reduzieren. Deswegen arbeiten wir sowohl an Verfahren zur semantischen Weiterverarbeitung einfacher eingegebener Textinformationen wie auch am Ausbau des Umfangs der Beschreibungssprache Exercise Format durch Berücksichtigung weiterer psychologischer Erkenntnisse über die Bearbeitungsprozesse bei Lernaufgaben.

- Albert, D. & Lukas, J. (Eds.) (1999). Knowledge Spaces – Theories - Empirical Research - Applications, Mahwah, New Jersey, USA.
- Anderson, R.C. (1972). How to construct achievement tests to assess comprehension. In: Review of Educational Research 42 (2), 145-170.
- Bloom, B. (1973). Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich, Weinheim.
- Christmann, U. & Groeben, N. (1999). Psychologie des Lesens. In: B. Franzmann, K. Hasemann, D. Löffler & E. Schön (Hrsg.). Handbuch Lesen, München, 145-223.
- Doignon, J.-P. & Falmagne, J.-C. (1999). Knowledge Spaces, Berlin.
- Haladyna, T.M. (1994). Developing and validating multiple-choice-test items, Hillsdale, New Jersey, USA.
- Hamaker, C. (1986). The effects of adjunct questions on prose learning. In: Review of Educational Research 56 (2), 212-242.
- Jonassen, D.H., Tessmer, M. & Hannum, W.H. (1999). Task analysis methods for instructional design, Mahwah, New Jersey, USA.
- Klauer, K.J. (1979). Lehrtextbezogene Tests - Transformation von Lehrtexten in Universa von Testaufgaben. In: K.J. Klauer & H.-J. Kornadt (Hrsg.). Jahrbuch für Empirische Erziehungswissenschaft 1979, Düsseldorf, 225-255.
- Klauer, K.J. (1987). Kriteriumsorientierte Tests, Göttingen.
- Körndle, H. & Narciss, S. (2003, September). Interaktive Lernaufgaben für das innovative Lehren und Lernen mit neuen Medien, Positionsreferat auf der 9. Fachtagung Pädagogische Psychologie, Bielefeld.
- Narciss, S. & Huth, K. (im Druck). How to design informative tutoring feedback for multi-media learning. In: H.M. Niegemann, R. Brünken & D. Leutner (Hrsg.). Instructional design for multimedia learning, Münster.
- Proske, A., Narciss, S. & Körndle, H. (im Druck). The Exercise Format Editor: A multimedia tool for the design of multiple learning tasks. In: H.M. Niegemann, R. Brünken & D. Leutner (Hrsg.). Instructional design for multimedia learning, Münster.
- Reif, F. (1995). Understanding Basic Mechanics, (Text and Workbook), New York.
- Rüschoff, B. & Wolff, D. (1999). Fremdsprachenlernen in der Wissensgesellschaft – Zum Einsatz der neuen Technologien in Schule und Unterricht, Ismaning.
- Projekt Studierplatz 2000: <http://www.studierplatz2000.tu-dresden.de/>
Das Exercise Format und der EF-Editor: <http://www.studierplatz2000.tu-dresden.de/ef/>