

# Konstruktion interaktiver aufgabenorientierter Lernobjekte für webbasierte Lernumgebungen

Alexander Tillmann

Kompetenzzentrum Neue Medien in der Lehre  
Universität Frankfurt am Main  
Varrentrappstr. 40-42  
60486 Frankfurt am Main  
a.tillmann@em.uni-frankfurt.de

**Abstract:** Durch die Synthese von Interaktions- und Visualisierungskomponente in Verbindung mit einer Aufgabenstellung ergibt sich eine didaktische Strukturierung von Lernmaterialien, die als aufgabenorientierte Lernobjekte die Aktivierung von Lernprozessen im Rahmen computerbasierter Lernumgebungen sicherstellen kann. Dies stellt einen wesentlichen Faktor erfolgreichen Lernens dar. Der vorliegende Beitrag zeigt eine Methodik zur Systematisierung und Professionalisierung der Konzeption und Entwicklung derartiger webbasierter Lernangebote für die Hochschullehre mit Hilfe des im Projekt WEBGEO entwickelten Werkzeug-Sets auf.

## 1 Einleitung

Erfolgreiches Lernen setzt nach Grundlegenden Erkenntnissen der Lehr-/Lernforschung eine intensive Auseinandersetzung mit den zu erlernenden Inhalten voraus [BS02; K01]. Dies gilt besonders auch für mediengestützte Lernangebote, die heute verstärkt als webbasierte E-Learning-Materialien entwickelt und Studierenden zur Unterstützung in der Selbstlernphase zur Verfügung gestellt werden. Diese beschränken sich jedoch oftmals auf die reine Präsentation von Informationen und Medien. Die mediale Aufbereitung von Lehrinhalten allein reicht jedoch in den meisten Fällen nicht aus, um Lernprozesse in erforderlicher Intensität anzuregen und sicherzustellen. Gerade durch die Präsentation am Bildschirm werden Abbildungen, Animationen und Visualisierungen, selbst wenn diese Interaktionen zulassen, häufig nur oberflächlich aufgenommen, da Bildschirmmedien mit Unterhaltungserwartungen verknüpft werden. Sie werden dementsprechend flüchtig betrachtet und oberflächlich verarbeitet, da nach üblichen Sehgewohnheiten die Betrachtenden die Visualisierung mit einem Blick erfassen und vorschnell glauben, den Informationsgehalt damit schon extrahiert zu haben. Bei multimedialen Lernangeboten scheint die Gefahr der oberflächlichen Verarbeitung daher besonders groß.

Aus mediendidaktischer Sicht stellt sich die Frage, wie in selbstgesteuerten Lernkontexten gewährleistet werden kann, dass –wenn auch optisch und ästhetisch überzeugend und fachlich angemessen gestaltet – ein Medium die erforderlichen Lernprozesse auch tatsächlich anregt und nicht nur rezeptiv „konsumiert“ wird? Auch wenn das Lernangebot positiv aufgenommen wird, bleibt zu bedenken, dass begeistertes „Rezipieren“ nicht mit Lernen gleichgesetzt werden kann. Entscheidend für einen Lernerfolg ist vor allem, ob die Aktivierung der erforderlichen Lernprozesse gelingt [K01]. Interaktive Medien können kognitive und/oder emotionale Prozesse initiieren, sie tatsächlich zu aktivieren ermöglicht die Konstruktion einer Aufgabenstellung. Aufgabenorientierte Lernobjekte sind komplexe Objekte, die so konstruiert sind, dass sie eine selbstständige richtige und vollständige Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen unterstützen. Sie bestehen im Allgemeinen aus einer Visualisierungs- bzw. Darstellungskomponente, Interaktionsmöglichkeiten und der Aufgaben- und Feedback-Komponente.

Literatur zum graphischen Design multimedialer Lehr-/Lernelemente steht bereits recht umfangreich zur Verfügung. Die graphische Qualität von Multimedia-Materialien ist bei entsprechenden Kenntnissen der Entwickler auch vergleichbar hoch. Es fehlt jedoch weitgehend an Literatur, die Autoren und Entwickler bei der systematischen Konstruktion von Aufgabenstellungen zu multimedialen Lernobjekten unterstützt. Sie erweisen sich jedoch in computerunterstützten Lehr-/Lernumgebungen, die selbständiges Lernen erfordern, als ein wesentliches didaktisches Element.

Anders als die aus der Schule bekannten „Hausaufgaben“ dienen aufgabenorientierte Lernobjekte nicht nur dazu, einen Lernprozess, der bereits stattgefunden hat, zu festigen oder zu überprüfen. Sie können im Kontext mediengestützten Lernens auch die Funktion der Aktivierung des Lernprozesses als solchen übernehmen [S81]. Aufgabenorientierte Lernobjekte sollen die erforderlichen Lernprozesse überhaupt erst aktivieren und grundlegende Zusammenhänge erfahrbar machen. Durch die Aufgabenstellung angeregt und angeleitet, kann dies z.B. in der Bearbeitung von interaktiven Visualisierungen oder Modellanwendungen geschehen. So besteht die Möglichkeit Verständnis-, Anwendungs- und Analyseaufgaben zu konstruieren, die höhere Leistungsniveaus ansprechen und ein differenziertes Leistungsprofil der Lernenden erfassbar machen.

Metaanalysen empirischer Studien belegen, dass die Bearbeitung von Aufgaben positive Lerneffekte herbeiführt, wenn die Aufgabenkonstruktion systematisch und theoretisch begründet und nicht rein intuitiv erfolgt [H86]. Dieser zentralen Rolle werden aufgabenorientierte Lernobjekte nur dann gerecht, wenn sie auf Grundlage lernpsychologischer Erkenntnisse und didaktischer Kategorien konzipiert werden. Die Entwicklung geeigneter Lernaufgaben fällt jedoch vielfach schwer oder wird nur wenig reflektiert und findet eher intuitiv, anstatt theoretisch oder empirisch begründet statt. Die Möglichkeiten computerbasierter Lernplattformen und Autorenwerkzeuge bieten zudem über die Konstruktion von mehr oder weniger gleichförmig gestalteten Multiple Choice-Tests hinaus wenig Flexibilität zur Entwicklung vielseitiger Lernobjekte. Die Art der Lernaktivität bleibt somit stark beschränkt.

Das hat zur Folge, dass in vielen mediengestützten Lehr-/Lernumgebungen reine Übungs- und Testaufgaben bereitgestellt werden, die vorwiegend das Memorieren von Faktenwissen und kaum die Anwendung des Wissens und einen Wissenstransfer verlangen oder Möglichkeiten bieten Neues zu Erschließen. Ziel des vorliegenden Beitrags ist es daher, einen Ansatz zur Konstruktion aufgabenorientierter Lernobjekte vorzustellen, der sich im Rahmen universitärer Hochschullehre für die systematische und effiziente Entwicklung von Aufgaben zu unterschiedlichen Leistungsniveaus eignet. Hierzu werden für die mit modernen Informationstechnologien verknüpften Elemente der Darstellungs-, Interaktions- und Aufgabenkomponente eines Lernobjektes theoretisch und empirisch begründete Gestaltungsprinzipien abgeleitet. Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie diese Gestaltungsprinzipien mit Hilfe der in unserer Arbeitsgruppe im Projekt WEBGEO (<http://www.webgeo.de>) entwickelten Werkzeuge zur Konstruktion aufgabenorientierter Lernobjekte angewandt und umgesetzt werden können. Schließlich wird die Auswertung gesammelter Lernerdaten in Verbindung mit Ergebnissen eines veranstaltungsbezogenen „user tracking“ vorgestellt und bewertet.

## **2 Komponenten aufgabenorientierter Lernobjekte**

Die Konzeption der Aufgaben erfolgt auf Grundlage der Analyse und Beschreibung der Komponenten aufgabenorientierter Lernobjekte, die bei der Entwicklung systematisch variiert und kombiniert werden können. Im Anschluss stellt sich die Frage, wie diese Komponenten aufeinander bezogen werden müssen, um angestrebte Lehr-/Lernziele erreichen zu können. Vor dem Entwicklungsprozess muss die Zielsetzung eines Lernangebotes ermittelt werden, da sich die Konstruktion der Lernobjekte an dem angestrebten Leistungsniveau bzw. an dem erwünschten mentalen Zielmodell orientieren sollte.

Mediengestütztes Lernen erfordert grundsätzlich Lernangebote, durch deren Bearbeitung die angestrebten Lernprozesse möglich werden. Die Potentiale digitaler Medien kommen erst dann zum Tragen, wenn die Lernangebote die Intensität der individuellen Auseinandersetzung sicherstellen und ein rein oberflächliches „durchklicken“ verhindern. Diese Funktion soll die Aufgabenkomponente übernehmen, die durch gezielte Fragestellungen die Studierenden mit den Anforderungen der Lehr-/Lernziele konfrontiert und die Auseinandersetzungen mit den Lernmaterialien aktiviert und steuert. Damit wird ein grundlegender Unterschied zwischen den Lehrinhalten und den aufbereiteten Lernangeboten, die deren Vermittlung beziehungsweise Aneignung ermöglichen, deutlich. Die Lernangebote sollten solche Lernaktivitäten anregen, die zu bestimmten Lehrzielen und Wissenstypen passen, denn die Kenntnis oder Aneignung konkreter Einzelheiten (Fakten) wird man anders unterstützen müssen als die adäquate Anwendung eines Modells.

Um den Lerninhalt und die kognitive Anforderung in ein aufgabenorientiertes Lernobjekt zu transferieren, ist es notwendig, die Aufgabenform, die Art der Darstellung und die Interaktionsmöglichkeiten, die Lernenden bei der Aufgabenbearbeitung zur Verfügung stehen sollen, festzulegen. Auf diese Weise entsteht ein systematisch gestaltetes Lernobjekt, welches einen konkreten Inhalt mit einer konkreten kognitiven Anforderung in einer bestimmten Form vom Lernenden abverlangt und dazu spezifische Interaktionsmöglichkeiten als Handlungsoptionen zur Verfügung stellt.

Im Folgenden werden diese Dimensionen aufgabenorientierter Lernobjekte näher beschrieben. Herausgestellt werden vor allem Merkmale, die systematisch variiert werden können, um Lernobjekte zu unterschiedlichen Leistungsniveaus zu entwickeln. Dabei ist zu beachten, dass die Komponenten nicht beliebig miteinander kombiniert werden sollten, sondern Potentiale multimedialer Lernangebote zur Wissensaneignung im Besonderen auch durch Beziehungen der Komponenten untereinander entstehen. Ein hoher Grad an Interaktivität, wie er z.B. in Modellierungen erreicht werden kann, wird beispielsweise erst durch Techniken dynamischer Visualisierung möglich. Die Veränderung von Lernobjekten durch Manipulationen (z.B. über interaktive Schieberegler) erzeugt andere Darstellungen. Relationen können dadurch visualisiert werden. Diese Potentiale gilt es im Rahmen von Lernobjekten nutzbar zu machen.

## 2.1 Kognitive Leistungsniveaus

Um den Entwicklungsprozess aufgabenorientierter Lernobjekte konzeptionell zu unterstützen, werden Aufgabenstellungen bestimmten Wissenstypen zugeordnet. Im didaktischen Design kann zur Unterscheidung unterschiedlicher Wissenstypen modellhaft zwischen deklarativem, prozeduralem und kontextuellem Wissen unterschieden werden [F04, 5].

Deklaratives Wissen beinhaltet Fakten und Begriffe, die hinsichtlich ihres Abstraktionsgrades geordnet werden können; ebenso die Kenntnis eines Sachverhaltes, eines Zusammenhanges, einer Methode etc. . Dieses „Wissen-Dass“ wird „deklaratives Wissen“ genannt, da der Wissensinhalt bekannt und daher wiedergebar, also deklarierbar ist. Weitergehende Handlungen bzw. kognitive Aktivität, die zur Bearbeitung komplexerer Probleme erfolgen, basieren auf prozeduralem Wissen. Prozeduren als Handlungsanweisungen, die durch eine bestimmte Abfolge von Aktionen definiert sind, legen fest, wie deklaratives Wissen über einen bestimmten Gegenstandsbereich zur Problemlösung einzusetzen ist („wissen-wie“). Es beinhaltet kognitive Fähigkeiten im Sinne von „Wenn-dann-Regeln“ . Kontextuelles Wissen umfasst Problemlösestrategien für bestimmte Kontexte, also auch Standards und Einschätzungen der Angemessenheit bestimmter Prozeduren und *wann* und *wo welches* Wissen anzuwenden ist. Mit der Einbindung einfacher Aufgabenstellungen (Wissensfragen) wird in den meisten Fällen eher der Erwerb niedrigerer Leistungsniveaus (überwiegend deklaratives Wissens), mit komplexen Aufgaben, wie Verständnis- oder Anwendungsaufgaben, der Erwerb von höheren Leistungsniveaus (vorwiegend prozedurales und kontextuelles Wissen) unterstützt.

Kontextuelles Wissen kann sich auf einzelne „isolierte“ Situationen beziehen oder auf prototypische, verdichtete Fälle, die bereits mit deklarativem und prozeduralem Wissen verknüpft sind. Können Wissenskonzepte, Begriffe, Prinzipien und Fertigkeiten in konkreten Problemlösekontexten angewandt werden, kann man von einer Verankerung des Wissens sprechen; kontextuelles und sprachlich-symbolisches Wissen werden miteinander verknüpft. Im Gegensatz zu deklarativem und prozeduralem Wissen, welches bevorzugt sprachlich-symbolisch enkodiert wird, kann man davon ausgehen, dass bestimmte Situationen (Kontexte) in einer Mischform von bildhaften und sprachlich-symbolischen Repräsentationen – in mentalen Modellen – gespeichert werden [W02, 54]. Ein großer Vorteil eines mentalen Modells liegt in der Möglichkeit, verschiedene Veränderungsstände vor dem „inneren Auge“ simulieren zu können. Die dynamischen Zustandsveränderungen und deren Resultate werden dabei überwiegend bildhaft in der Vorstellung „abgelesen“. Bei überwiegend konkreten Lernzielen (z.B. im Grundstudium naturwissenschaftlicher Fächer) erscheint es daher für die Konzeption von Lernangeboten als günstig, zuerst das mentale Zielmodell zu bestimmen und dann zu fragen, welche medialen Angebote für Studierende bei der Konstruktion des mentalen Modells hilfreich sein könnten. Empfehlungen zur Codierung von Informationsangeboten lassen sich dann in Bezug auf ein mentales Zielmodell angeben (siehe Abschnitt 3), denn die unterschiedlichen Codierungen Text, Bild, Graphik, Animation etc. unterscheiden sich wesentlich darin, auf welche Weise sie zur Entwicklung eines mentalen Modells beitragen können.

In Anlehnung an Meder [M02] wird die Lehr-/Lernzieldimension der Lernangebote im vorliegenden Beitrag als zu erwerbende Kompetenz aufgefasst, die je nach Anforderung durch Autoren frei konfiguriert werden, um spezifische (z.B. institutions- oder auch unternehmensspezifische) Definitionen vornehmen zu können. Dies könnte klassifikatorisch tätigkeits- oder ergebnisorientiert der Fall sein (z.B. Orientierungswissen, Handlungswissen, Erklärungswissen) oder taxonomisch in beliebigen Rangordnungen der Verrichtungen (Operationen wie z.B. *Klassifizieren*, d.h. Finden von Unterschieden und/oder Gemeinsamkeiten oder *Interpolieren*, d.h. Rückschlüsse auf einzelne Komponenten oder Faktoren ziehen, die einen Sachverhalt bestimmen).

Im Gegensatz zu diesen Lernzieldefinitionen stehen Lehrzielkategorien (stellvertretend [B173]) denen ein bestimmtes „Basismodell“ zugeordnet ist, d.h. eine bestimmte, theoretisch begründete Abfolge von Vorgehensweisen, die hypothetisch das Erreichen des jeweiligen Lehrziels fördern. Vor dem Hintergrund konstruktivistischer Ansätze erscheint für erfolgreiches Lernen die Korrespondenz der Aktivitäten der Lehrenden und der Aktivitäten des Lernenden, wie sie die Modelle vorsehen, jedoch nicht unbedingt erforderlich (ausführlich bei [K01, 153]).

## 2.2 Die Darstellungskomponente aufgabenorientierter Lernobjekte

Bei der Entscheidung für eine Präsentationsart geht es darum, die ausgewählten Inhalte (z.B. ein Prinzip oder ein Modell) so darzustellen, dass die wesentlichen Informationen über die Charakteristika dieser inhaltlichen Komponente angeboten werden. Dies kann sehr unterschiedlich je nach Modalität (z.B. durch visuelle und/oder auditive Darbietung) und Kodalität (z.B. abbildhaft oder symbolisch), Abstraktionsgrad und Dimensionalität der Materialien erfolgen. Durch die verschiedenen Darstellungsformen eröffnen sich weitreichende Gestaltungsspielräume für die Konstruktion von Lernobjekten. Je nach Ausprägung der Darstellungskomponente kann diese unterschiedliche Funktionen in Lehr-/Lernkontexten übernehmen.

Ein Text führt zur Konstruktion einer sprachlich-symbolischen Repräsentation, die es dann ermöglicht, ein entsprechendes mentales Modell zu konstruieren. Logische und strukturelle Aussagen, wie z.B. Begriffe und Prinzipien lassen sich bevorzugt sprachlich [W02, 55] sowie in logischen Bildern (in Diagrammen), als graphische Darstellung von Relationen und abstrakten Sachverhalten, darstellen [Schn02, 66]. Sprache bietet darüber hinaus die Möglichkeit Aufgaben zu formulieren, die Vieldeutigkeit von bildhaften Darstellungen einzugrenzen, den Blick gezielt zu lenken und die Aufmerksamkeit zu steuern und ist daher in multimedialen Lernangeboten ein notwendiges Mittel.

Eine Abbildung oder Graphik, als bildhafte Repräsentation eines Realitätsausschnittes, ermöglicht eine relativ direkte Konstruktion eines mentalen Modells [Schn93, 248]. Abbildungen können verschiedene Funktionen übernehmen: Konstruktionsfunktion (Unterstützung der Bildung eines mentalen Modells zu einem Sachverhalt oder Gegenstand), Zeigefunktion (Darstellung eines Gegenstandes), Situierungsfunktion (Beschreibung eines situativen Kontextes). Topographische Informationen und räumliche Verteilungen lassen sich am besten durch Karten darstellen. Karten verbinden bildhafte Codierungen, schematisch graphische und symbolische Elemente in einer Darstellung.

Animationen, Videos und interaktive Modellanwendungen sind Formen einer Folge von Abbildungen bzw. Bildern und haben ähnliche Einsatzgebiete wie diese [WK02]. Aufgrund der dynamischen Eigenschaften von mentalen Modellen gründen sie jedoch Wissenskonstrukte besonders gut, die durch Wechsel zwischen unterschiedlichen Zuständen und ihren Auswirkungen charakterisiert sind. Mentale Modelle können durch Präsentationsweisen unterstützt werden, die Dynamik vorführen oder sich auf Wunsch der Lernenden (z.B. in einer interaktiven Modellierung) dynamisieren lassen. Es können komplexe Systeme simuliert, unsichtbare Zusammenhänge repräsentiert (z.B. raum-zeitliche) sowie visuelle Analogien vermittelt werden.

Für die erfolgreiche Konzeption von aufgabenorientierten Lernobjekten reicht die mechanische Anwendung dieser Regeln zur Präsentation von Information jedoch nicht aus. Vielmehr ist die Präsentationskomponente eines Lernobjektes zum Aufbau eines bestimmten Wissenstyps auf die Interaktionskomponente und die Aufgabenkomponente zu beziehen. Welche Präsentationsform in einer bestimmten Lehr-/Lernsituation am geeignetsten erscheint, muss daher im konkreten Fall entschieden werden. Allgemeine Gestaltungshinweise von Abbildungen im Rahmen von Lernmaterialien sind u. a. bei Weidenmann [W02] und Morrison & Ross [MR04] beschrieben und kategorisiert.

### **2.3 Interaktionsmöglichkeiten aufgabenorientierter Lernobjekte**

Moderne Computertechnologie bietet Möglichkeiten Lernende bei der selbständigen und vollständigen Bearbeitung von Lernaufgaben zu unterstützen. Tieferes Verstehen des Lerngegenstandes, d.h. Zusammenhänge selbständig zu entdecken, Bezüge zu anderen Kontexten herzustellen, Sachverhalte oder Daten richtig zuzuordnen zu können, erfordert komplexe intellektuelle Fertigkeiten und lässt sich nur durch eine intensive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand erreichen. Lernende sollten daher die Gelegenheit dazu bekommen, durch Aktivitäten, die durch Aufgaben angeregt und gesteuert werden können, die für sie einzigartige Bedeutung der Informationen zu erzeugen. Die Anforderungen zur Unterstützung des Verstehens erscheinen auf dieser Stufe bereits anspruchsvoll.

Handlungsmöglichkeiten der Lernenden werden im Rahmen eines aufgabenorientierten Lernobjektes durch die realisierten Interaktionen bestimmt. Es ist jedoch nicht allein die Interaktionskomponente, die für eine qualitative Einstufung eines Lernobjektes herangezogen werden sollte. Strzebkowski & Kleeberg [SK02, 232] trennen zwischen Steuerungsinteraktion und didaktischer Interaktion und leitet aus dieser Unterscheidung eine qualitative Kategorisierung von Interaktivität ab. Die Qualität der Interaktion hängt jedoch entscheidend von der kontextuellen Einbettung ab, so dass didaktische Interaktionen häufig erst durch Steuerungsinteraktionen ermöglicht und die für den Lernerfolg kritischen Lernprozesse erst durch die Aufgabenkomponente strukturiert, aktiviert und sichergestellt werden. Diese für Lernprozesse entscheidende Kombination der Interaktions-, Aufgaben- und Darstellungskomponente wird im Folgenden an einem Beispiel verdeutlicht.

Ein Video wird mit den traditionellen Steuerungsinteraktionen „Wiedergabe, Pause, Stopp, Vor- und Zurückspulen“ bedient. Wird von den Lernenden nun z.B. gefordert, das Video zu einer inhaltlich relevanten Stelle zu spulen (die vom Lernenden eigenständig erkannt werden muss), so hat die Steuerungsinteraktion durch die Aufgabenstellung eine didaktische Qualität erhalten. Das Beispiel verdeutlicht, dass durch verbindende Aufgabenstellungen Steuerungsinteraktionen zu didaktischen Interaktionen erweitert werden können. Steuerungsinteraktionen bilden die Grundlage für den aktiven Umgang der Lernenden mit den Lernobjekten. Sie ermöglichen die Konstruktion von Aufgabenstellungen, die ein bedeutungsvolles Handeln in didaktischen Interaktionen auslösen können.

Bei der Bearbeitung von Aufgaben entwickeln Studierende eine Lösung, auf die eine Rückmeldung erfolgen sollte. Im Rahmen von aufgabenorientierten Lernobjekten sind die Interaktionen in Aufgabenstellungen eingebunden. Damit kommt der Rückmeldung eine wichtige Bedeutung zu. Rückmeldungen informieren Lernende über die Angemessenheit der von ihnen ausgeführten Aktionen und produzierten Lösungen als Ergebnis ihrer Bearbeitung der Inhalte. Die automatische Überprüfung ermöglicht auch ein Feedback zu Teilleistungen der Bearbeitung. Dadurch kann auch informatives tutorielles Feedback entwickelt werden, welches strategische Informationen zur Korrektur von Fehlern oder zur Überwindung von Hürden im Lernprozess liefert, ohne unmittelbar die Lösung anzubieten.

### **3 Konstruktion aufgabenorientierter Lernobjekte mit eCOPS**

Die systematische und professionelle Konstruktion interaktiver aufgabenorientierter Lernobjekte erfordert von Autoren vielfältige lernpsychologische und informationstechnische Kompetenzen. Häufig müssen sie – vor allem in universitären Projekten – gleichzeitig die Aufgaben eines Programmierers, Fachredakteurs und mediendidaktischen Beraters übernehmen.

Die im Projekt WEBGEO entwickelten Grundlagen und Vorlagen-Komponenten des Werkzeug-Sets eCOPS (eLearning-Content Organisation and Produktion System) reduzieren den Aufwand der technischen Umsetzung wesentlich, so dass vergleichsweise rasch hochwertige webbasierte Lernmaterialien erstellt werden können. Flexibel einsetzbare und für Autoren einfach handhabbare Flash-Komponenten nehmen im Sinne eines Werkzeugs dem Konstrukteur eine Fülle technischer Arbeiten ab, so dass geringe Macromedia-Flash Kenntnisse für die Entwicklung ausreichen. Der bisherige Entwicklungsstand ermöglicht die Realisierung der typischen Aufgabenformate wie Multiple Choice-, Drag & Drop-, Zuordnung-, Auswahl- und Kurzantwort-Aufgaben. Diese Grundformate lassen sich für komplexe Aufgabenstellungen beliebig miteinander kombinieren und werden ergänzt durch Objekte, die weitere Interaktionen erlauben und bei der Präsentation der Inhalte unterstützen. Das „Paint“-Objekt erlaubt beispielsweise das freie Einzeichnen von Linien (z.B. für Aufgaben, die das Einzeichnen eines Graphen oder die Umrandung eines Bildbereiches verlangen). Das „Comparison“-Objekt unterstützt bei der Analyse zweier gegenübergestellter Abbildungen (s. Abb. 2). Des Weiteren stehen Zoom und Pan Möglichkeiten für Abbildungen sowie interaktive Schieberegler, ein interaktives Glossar, Schaltflächen für Quellen, Links usw. zur Verfügung.

Ergebnisse der Aufgabenbearbeitung werden über das Evaluations-Werkzeug automatisch in einer Datenbank gespeichert. Diese Lernerdaten ermöglichen einerseits den Vergleich unterschiedlicher Lerngruppen und andererseits eine Verbesserung und Anpassung der Materialien. Sehr schnell kann erkannt werden, welche Aufgaben für eine bestimmte Zielgruppe zu leicht oder zu schwer sind oder ob die Fragenkonstruktion Missverständnisse hervorruft.

Im Folgenden wird anhand von zwei Beispielen die Umsetzung der Methodik zur Konstruktion aufgabenorientierter Lernobjekte aufgezeigt.

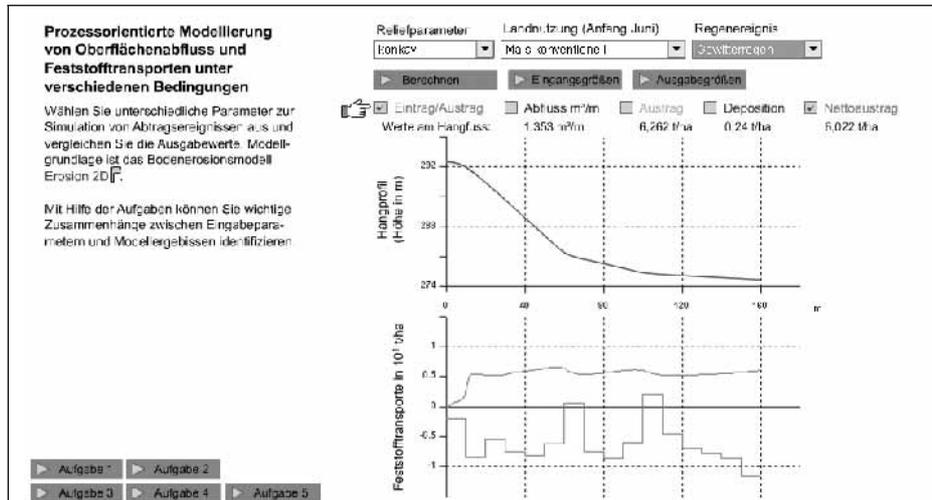


Abbildung 1: Aufgabenorientiertes Lernobjekt zur Modellierung von Bodenerosionsraten

Abbildung 1 zeigt ein aufgabenorientiertes Lernobjekt zum Verständnis von Relationen. Mit Hilfe des Lernobjektes wird das Lernen mit einer Modellanwendung zum Thema Bodenerosion realisiert (<http://idg.geographie.uni-frankfurt.de/demo/erosion.htm>). Ziel der Aufgabenbearbeitung soll der Erwerb und die Anwendung von Kenntnissen zu Ursache/Wirkungsbeziehungen zwischen Einflussgrößen, Faktoren und Ereignissen des Prozesskomplexes Bodenerosion sein. Zur Konstruktion eines dafür geeigneten aufgabenorientierten Lernobjektes sind Entscheidungen bzgl. a) der kognitiven Anforderungen, b) der Darstellungsform, c) der Interaktionsmöglichkeiten und d) der Aufgabenformate zu treffen.

Zu a) Die ersten vier Aufgaben sind auf das Verständnis von Relationen im Prozess Bodenerosion ausgerichtet. In explorativer Herangehensweise sollen Ergebnisse der Modellberechnung vergleichend interpretiert und Rückschlüsse auf einzelne Komponenten und Faktoren im Prozesskomplex gezogen werden (Erklärungswissen). Aufgabe fünf zielt auf die Anwendung der in den Aufgaben eins bis vier gewonnen Kompetenzen zur Interpretation der Modellergebnisse (Transfer).

Zu b) Dargestellt werden Relationen am besten durch Symbole (Pfeile, Linien etc.) oder wie im Beispiel durch interaktive Diagramme (bzw. logische Bilder). Dynamisieren lassen sich Diagramme, die Zusammenhänge visualisieren, z.B. über Regler oder über Auswahlmenüs. Im Beispiel dienen die interaktiven Menüs zur Eingabe der Modellparameter. Darüber hinaus bestehen Wahlmöglichkeiten zur Anzeige der verschiedenen Modell-Ausgangsgrößen, die in Diagrammform parallel zum Hangprofil dargestellt und zusätzlich als Zahlenwerte angegeben werden.

Zu c) Studierende wählen über die Auswahlmenüs verschiedene Parameter als Modell-Eingangsgrößen aus und können anschließend berechnete Modellergebnisse interpretierend vergleichen. Die Interaktionen ermöglichen durch das Variieren der Parameter (innerhalb eines gesetzten Rahmens) die Anwendung des Modells. Studierende können so durch das Experimentieren mit verschiedenen Parameterkombinationen ihre eigenen Hypothesen zum Prozessgeschehen überprüfen, verifizieren oder falsifizieren. Diese Methode kann damit heuristische Funktionen im Lernprozess übernehmen.

Zu d) Die Aufgabenstellungen sind als Multiple Choice-, Kurzantwort und Drag & Drop-Aufgaben realisiert. Die Aufgabenformate bieten ein direktes Feedback auf die Bearbeitung. Wenn darüber hinaus z.B. Kompetenzen zur sprachlichen Ausdrucksfähigkeit geschult werden sollen, können selbstverständlich auch Freitextaufgaben zum Lernobjekt konstruiert werden (beispielsweise Interpretationen von Modellergebnissen), die dann von den Studierenden selbst mit einer Musterlösung verglichen oder als Einsendeaufgabe durch einen Dozenten / eine Dozentin ausgewertet werden.

Die beschriebene Lernobjekt-Form lässt sich vor allem auf naturwissenschaftliche Wissensbereiche übertragen, die Modellierungen zum Verständnis von Ursache/Wirkungsbeziehungen nutzen. Das folgende zweite Beispiel (Abb. 2) zeigt ein Lernobjekt, welches als Vorlage in unterschiedlichsten Disziplinen eingesetzt werden kann.

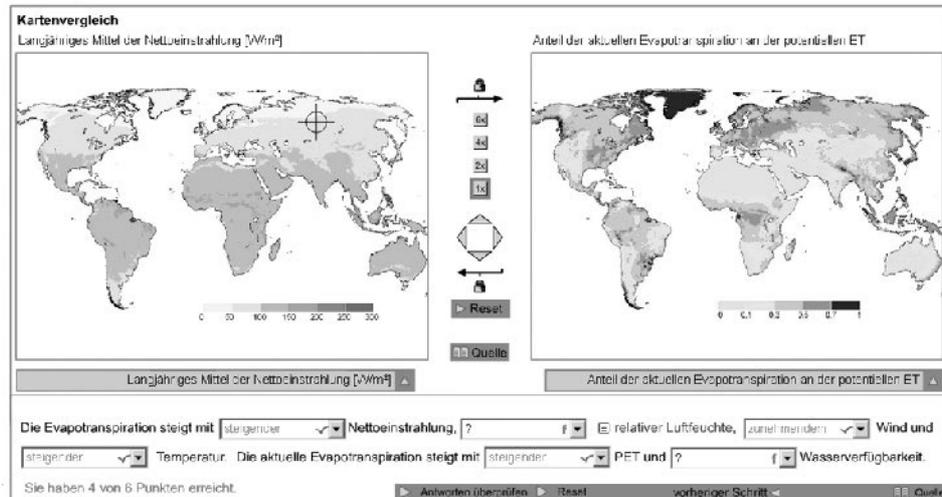


Abbildung 2: Aufgabenorientiertes Lernobjekt zu Zusammenhängen von Verdunstung und globalen Strahlungsverhältnissen

Im Vordergrund des aufgabenorientierten Lernobjektes zu hydrologischen Phänomenen (<http://idg.geographie.uni-frankfurt.de/demo/evapo.htm>) steht die Möglichkeit, sich eine räumliche Orientierung zu verschaffen. Das als Komponente vorgefertigte Comparison-Objekt ermöglicht es, anhand von verschiedenen Karten vergleichend zu arbeiten. Derartige Orientierungsaufgaben dienen dazu, sich in der Welt beziehungsweise auf einem Sachgebiet zurechtzufinden. Orientierungswissen gibt einen ersten Überblick über ein Wissensgebiet und seinen Kontext. Fragestellungen können wie im angeführten Beispiel auf die räumliche Position und Verteilung von Phänomenen abzielen. Die Vorlagen-Komponente findet in der Aufgabe nur eine von vielen Einsatzmöglichkeiten. Es dient der Auswahl und Anzeige beliebiger Abbildungen, die in einem Flash-konformen Dateiformat vorliegen (\*.swf, \*.jpg). So wird das Objekt neben geowissenschaftlichen Anwendungen z.B. im Rahmen von Lernaufgaben zum Vergleich von Gemälden und Zeichnungen im Bereich Kunsthistorik genutzt. Im Beispiel können insgesamt vier verschiedene Karten geladen werden. Bei Aufgaben zur räumlichen Orientierung sollten Interaktionsmöglichkeiten zur Ausschnittsbildung von Abbildungen und dem Vergleichen von Darstellungen in unterschiedlichen Dimensionen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten (falls inhaltlich erforderlich) dienen.

#### **4 Ausblick**

Auf Grundlage der Auswertung im Projekt erhobener Lernerdaten hat sich bestätigt, dass in multimedial aufbereiteten Lernangeboten die Präsentation von Informationen alleine offenbar nicht ausreicht, um einen Lernerfolg zuverlässig zu sichern. Neben einer der Zielgruppe entsprechenden methodisch-didaktischen Transformation und Reduktion der Lehrinhalte ist sicherzustellen, dass relevante Lernprozesse auch tatsächlich aktiviert werden.

Die Auswertung des „user tracking“ hat gezeigt, dass Web-Seiten, die Aufgaben beinhalten, deutlich länger aufgerufen werden als Lernmodul-Seiten mit reinem Informationsangebot. Diese werden zum Teil nur wenige Sekunden aufgerufen – sofern der Inhalt nicht direkt Prüfungsrelevanz besitzt. Auch Lernmodul-Seiten mit interaktiven Visualisierungen werden nach der Integration einer Aufgabenstellung deutlich länger abgerufen, da ein Großteil der Lernenden sich erst nach der Integration der Aufgabe in adäquater Weise mit dem Lerngegenstand auseinandersetzt.

Für Folgeprojekte hat sich im universitären Rahmen eine Projektkonzeption bewährt, bei der die Aufgabenverteilung – ähnlich wie bei WEBGEO – nach inhaltlichen Gesichtspunkten vorgenommen wird und die Konzeption und technische Umsetzung im Wesentlichen von den Projektmitarbeitern selbst durchgeführt wird. Im Rahmen von Gemeinschaftsprojekten werden Autoren auf Grundlage der Erfahrungen mediendidaktisch beraten und technisch unterstützt. Es hat sich gezeigt, dass die Erarbeitung von Vorlagen sowie Empfehlungen zur Konzeption aufgabenorientierter Lernobjekten für zukünftige Autoren eine enorme Erleichterung darstellen. Dies zeigen anlaufende auf die Content-Produktion ausgerichtete Projekte in mehreren Universitäten und Fachbereichen.

## Literaturverzeichnis

- [BS02] Bednorz, P. & Schuster, M.: Einführung in die Lernpsychologie. München, 2002.
- [B173] Bloom, B.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich, Weinheim, 1973.
- [F04] Fortmüller, R.: Lerntransfer mit E-Learning sichern. In (Hohenstein, A. & Wilbers, K. Hrsg.): Handbuch E-Learning. Köln, 2004.
- [H86] Hamaker, Ch.: The Effects of Adjunct Questions on Prose Learning. Review of Educational Research, Vol. 56, No 2, 1986; 212-242.
- [J02] Jacobs, B.: Aufgaben stellen und Feedback geben. <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/wwwartikel/feedback/index.htm>, 2002.
- [KK85] Kath, F. M., Kahlke, J.: Das Umsetzen von Aussagen und Inhalten: didaktische Reduktion und methodische Transformation; eine Bestandsaufnahme. 1985.
- [K01] Kerres, M.: Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung. (2. Aufl.). München, 2001.
- [M02] Meder, N.: Didaktische Ontologien. [http://cweb.uni-bielefeld.de/agbi/cgi-bin-noauth/cache/VAL\\_BLOB/167/167/63/did.pdf](http://cweb.uni-bielefeld.de/agbi/cgi-bin-noauth/cache/VAL_BLOB/167/167/63/did.pdf), 2002.
- [MR04] Morrison, G.R., Ross, S.M.: Designing effective instruction. Hoboken, 2004.
- [R99] Reigeluth, C.M. (Hrsg.): Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory. 1999.
- [Schn02] Schnotz, W.: Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen. In (Issing, L. J. & Klimsa, P. Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. Weinheim, 2002.
- [Schn93] Schnotz, W.: On the relation of dual coding and mental models in graphics comprehension. Learning and Instruction. 20 (3). 1993, S. 247 – 249.
- [S81] Seel, N.M.: Lernaufgaben und Lernprozesse. Stuttgart, 1981.
- [SK02] Strzebkowski, R. & Kleeberg, N.: Interaktivität und Präsentation als Komponenten multimedialer Lernanwendungen. In (Issing, L. J. & Klimsa, P. Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. Weinheim, 2002.
- [WK02] Weiss, R. E., Knowlton, D. S., Morrison, G. R.: Principles for using animation in computer-based instruction: theoretical heuristics for effective design. In: Computers in Human Behaviour. 18, 2002, S. 465-477.
- [W02] Weidenmann, B.: Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In (Issing, L. J. & Klimsa, P. Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. Weinheim, 2002.