

Jörg Zumbach & Peter Reimann

Computerunterstütztes fallbasiertes Lernen: Goal-Based Scenarios und Problem-Based Learning

Zusammenfassung

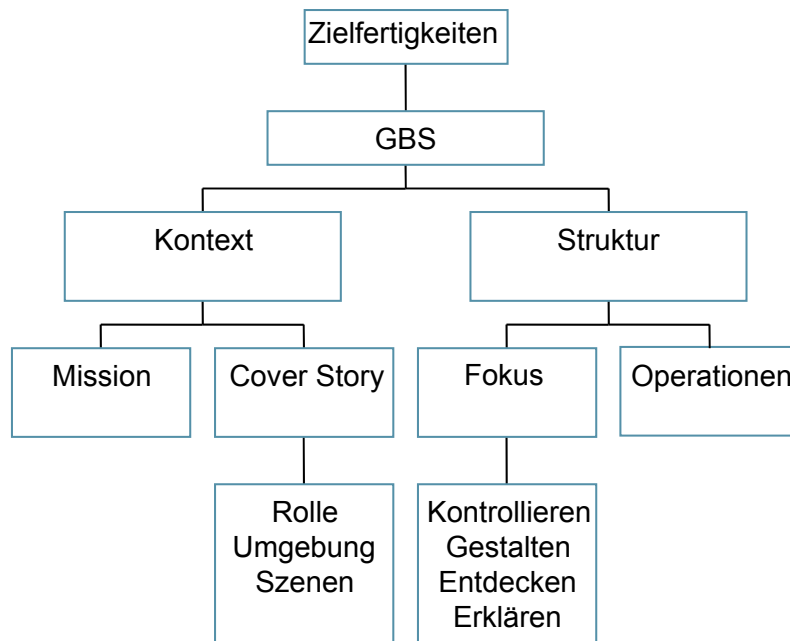
Aufbauend auf kognitionswissenschaftliche Grundlagen des fallbasierten Schlussfolgerns (Case-Based Reasoning) zeigen wir anhand zweier Ansätze, dem Goal-Based Scenario Ansatz und dem Problem-Based Learning, die Möglichkeiten zur Gestaltung nachhaltiger computerbasierter Lernumgebungen. Anhand dieser beiden Beispiele, die zur Vermittlung komplexen ökologischen Wissens aus dem Bereich der Meeresökologie und den Folgen der Ölverschmutzung entwickelt wurden, verdeutlichen wir dabei die wesentlichen Gestaltungsansätze und Wirkmechanismen.

Was sind Goal-Based Scenarios?

Der Goal-Based Scenario Ansatz (GBS; vgl. Schank, Berman & Macpherson, 1999) steht in der Tradition der pädagogisch-konstruktivistischen Ansätze. Mit ihm soll Handlungswissen (prozedurales Wissen) vermittelt werden, nicht nur reines Faktenwissen (deklarativ). Dementsprechend findet Lernen in einem GBS immer in einem bestimmten Kontext statt, innerhalb dessen ein Ziel erreicht werden muss (Schank, Fano, Bell & Jona, 1994; Zumbach, in press). Dieses Ziel ist zumeist so gestaltet, dass es den Lernenden bedeutungsvoll, relevant und interessant erscheint. Dadurch wird die intrinsische Motivation gefördert. Das Wissen selbst soll dabei im Zusammenhang mit den zugrunde liegenden Aufgaben so erworben werden, dass es auch außerhalb der Lernumgebung anwendbar ist.

Der Lernende in einem GBS wird in ein Handlungsszenario integriert und mit einer Zielstellung konfrontiert, die es zu erreichen gilt. Dieses Ziel kann nur erreicht werden, indem unterschiedlichen Handlungen und Fertigkeiten praktiziert und geübt werden. Ausgehend von den Zielfertigkeiten, die in einem GBS vermittelt werden sollen, lässt sich die typische Struktur eines solchen Lernprogramms wie in Abbildung 1 dargestellt skizzieren.

Abbildung 1: Struktur eines Goal-Based Szenarios



Basierend auf den Lernzielen, also den Fertigkeiten, die vermittelt werden sollen, definiert sich ein Goal-Based Scenario aus zwei Komponenten, dem Kontext und der Struktur (vgl. Schank et al., 1994; Zumbach, 1999). Der *Kontext der Mission* behandelt hauptsächlich die thematischen Aspekte eines GBS, wobei die Mission das Gesamtziel (z. B. das Leiten einer Spedition) darstellt. Die Rahmengeschichte (Cover Story) spezifiziert weitere Anforderungen und Einschränkungen für die Durchführung der Mission (z. B. beim Leiten einer Spedition: Konkurrenz, Kunden, Marktsituation, etc.).

Die *Struktur einer Mission* definiert die Handlungsmöglichkeiten. Die Mission kann auf verschiedene Art und Weise erfüllt werden: in der Struktur wird dabei näher bestimmt, welche Möglichkeiten beim Vorgehen der Lerner hat, welche Ausgangslage präsentiert wird, etc. (Schank, 1994). Für die Gestaltung einer Mission in einem GBS sind nach Schank et al. (1994) folgende Kriterien zu erfüllen:

1. Die Zielbestimmung: Das Ziel sollte klar, plausibel und konsistent mit der Rahmenhandlung sein. Jeder Fortschritt, den der Lerner im Hinblick auf das Ziel macht, muss dabei deutlich werden.
2. Zielmotivation: Ein Großteil der Motivation, ein GBS zu bearbeiten, kommt von dem Wunsch, die Mission zu erfüllen. Aus diesem Grunde sollte eine Mission ein Ziel haben, welches der Nutzer bereits schon hat oder von welchem man erwarten kann, dass es der Nutzer akzeptieren wird.
3. Abhängigkeit vom Lernziel: Das Erfüllen einer Mission sollte Erwerb des wesentlichen Wissens und der Fertigkeiten erfordern, die als Lernziele spezifiziert wurden.

4. Verstärkung: Das Erreichen eines Zieles sollte dem Lernenden deutlich machen, dass er in der Lage ist, verschiedene Ziele zu erreichen.
5. Flexibilität: Der Nutzer eines GBS sollte das Ziel grundsätzlich auf verschiedenen Wegen erreichen können.

Generell ist die Gestaltung einer Mission von der Art des zu vermittelnden Wissens abhängig, d. h. der Fokus der Mission variiert. Besteht dieser darin, etwas zu erklären, so sollen beispielsweise Phänomene dargestellt oder bestimmte Vorhersagen getroffen und erläutert werden. In dem GBS „Sickle Cell Counselor“ agiert der Lerner bspw. als Mitglied in einem Forscherteam, mit der Aufgabe, ratsuchende Paare bzgl. genetischer Risiken zu beraten und durch verschiedene Untersuchungs- und Laborwerkzeuge dementsprechende Forschung über Zellen und Zellkrankheiten zu verrichten (z.B. Schank & Cleary, 1995). Hier ist der Fokus der Mission eines Nutzers erklärender Natur, d. h. der Nutzer sucht nach Informationen und versucht, eine erklärende, vorhersagende Theorie aufzustellen (Schank et al., 1994).

Eine weitere Möglichkeiten, wie ein solcher Missionsfokus gestaltet sein kann, wird bspw. durch simulierte Wirtschaftssysteme (z. B. Leiten einer Spedition) aufgetan. Hier liegt die Hauptaufgabe in der Kontrolle verschiedener Instanzen und Abläufe, die zum Erreichen des gesetzten Zieles (z. B. Marktführungsposition) entsprechend gesteuert werden müssen. Des weiteren kann der Fokus entdeckender Natur sein (der Nutzer sollte Regeln und Zusammenhänge in einer simulierten „Mikrowelt“ erschließen). Der Fokus kann alternativ im gestalterischen Bereich liegen (i. S. einer kreativen, konstruierenden Aufgabe, z. B. das Recherchieren von Fakten, Schneiden von Filmsequenzen und die Moderation von Beiträgen für die Produktion eines Nachrichtenspots in dem GBS „Broadcast News“; Kass & Guralnick, 1991).

Der Missionsfokus sollte generell durch die Mission und die Rahmenhandlung eines GBS deutlich werden und dem Lerner das Gefühl vermitteln, tatsächlich in das Geschehen einbezogen zu sein. Die pädagogischen Ziele bei der Wissensvermittlung sollten hauptsächlich vom Problemlöseprozess (prozessorientiert) abhängig sein (Schank et al., 1994).

Bei der Entwicklung einer Rahmengeschichte für ein Goal-Based Scenario schlägt Schank (1994) ebenfalls gestalterische Kriterien vor. So sollte auf eine gewisse Rollenkohärenz geachtet werden, d. h. der Nutzer sollte sich innerhalb einer plausiblen, spannenden und gleichzeitig auch realistischen Rahmenhandlung bewegen. Dies unterstützt die Identifikation eines Lernenden mit seiner Rolle im Programm. Zusätzlich sollte ein Szenarium auch derart gestaltet sein, dass die zu vermittelnden Fähigkeiten auch häufig und in verschiedenen Kontexten innerhalb der Rahmenhandlung praktiziert werden müssen. Hierbei sollte dem Lernenden generell umfangreiches unterstützendes Material, welches zu Erreichung der Ziele oder des Zie-

les benötigt wird, zur Verfügung stehen. Im GBS „Yello“ übernimmt der Lerner die Rolle eines Verkäufers, der Inserate in „Gelbe Seiten“-Telefonbüchern verkaufen soll. Der Lerner bewegt sich dabei zum einen in einem virtuellen Büro, in welchem die Anzeigen gestaltet und deren Vermarktung geplant wird, bzw. erste Kundenkontakte mittels eines Telefons getätigt werden. Auch der Besuch der Kunden zuhause wird simuliert, bei dem der Lernende entsprechende Verkaufsstrategien praktizieren muss (Kass, Burke, Blevis & Williamson, 1994).

Warum fallbasierte Wissensvermittlung?

Goal-Based Scenarios als instruktioneller Ansatz sind direkt aus dem Paradigma des fallbasierten Denkens und Problemlösens abgeleitet, das in der Künstlichen Intelligenz und kognitiven Psychologie entwickelt wurde. Der Grundgedanke hinter dem fallbasierten Paradigma ist einfach: Ein fallbasierter Problemlöser löst neue Probleme, indem er Lösungen anpasst, die für frühere Probleme entwickelt wurden (Riesbeck & Schank, 1989; Kolodner, 1993, 1997). Somit stellen sich einem Problemlöser zwei Aufgaben: (1) Abruf von Fällen aus dem Gedächtnis, bei denen ähnliche Probleme gelöst wurden; (2) Anpassung der früheren Lösung an die momentane Problemstellung. Das fallbasierte Paradigma ist aus mehreren Gründen auch als psychologisches Modell interessant. Zum Beispiel stellt es ein Modell anfängerhaften Vorgehens dar (Analogieschluss als schwache Problemlösemethode: Ross & Kennedy, 1990; Reimann & Schult, 1996). Es ist aber auch bekannt, dass Experten in Bereichen, in denen die Probleme sehr komplex sind und/oder es keine Formalisierungen gibt (z.B. juristisches Problemlösen: Ashley, 1990; medizinische Diagnose: Boshuizen & Schmidt, 1992), auf Fälle zurückgreifen. Schließlich gibt es grundlegende Zweifel, ob sich Expertenverhalten überhaupt regelhaft beschreiben lässt, ob nicht vielmehr kontextbezogene, spezifische Erfahrungen erfassende Repräsentationsformen „echter“ Expertise angemessener sind (Riesbeck & Schank, 1989).

Lernen kann ein fallbasiertes System auf mehrere Weisen, vor allem dadurch, dass es neue Fälle speichert, aber auch dadurch, dass es die bestehenden Fallerinnerungen dynamisch, in Abhängigkeit von neu gemachten Erfahrungen umorganisiert.

Fallbasiertes Schließen ist offensichtlich ein Gebiet aus der Informatik, das für die Nutzung von Beispielen zum Problemlösen innerhalb eines Gegenstandsbereichs relevant ist. Insbesondere die folgenden Merkmale, die CBR-Techniken gemein sind, machen den Ansatz aus psychologischer Sicht interessant: (a) CBR-Methoden können auch dort verwandt werden, wo der Problemlöser über unvollständiges oder fehlerhaftes Bereichswissen verfügt. (b) Zentral für das Vorgehen beim fallbasierten Vorgehen ist der Abruf von Informationen, die in einem

Gedächtnis über Indexe erreichbar sind. Damit kommt der Frage, auf welche Art und Weise ein Fall (oder Teile davon) beschrieben (indiziert) werden, essentielle Bedeutung zu. (c) Der fallbasierte Ansatz umfasst nicht nur eine Gedächtnis- und Problemlösetheorie, sondern auch eine Lerntheorie. Abhängig von dem verwandten Gedächtnismodell reicht sie von Lernen als Fallindizieren über ähnlichkeitsbasiertes Generalisieren bis zur Integration erklärungsbasierter Methoden. Damit stellt das CBR-Paradigma ein Instrumentarium zur Verfügung, mit dem man spezifisches (episodisches) und generalisiertes Wissen in einem einheitlichen Format abbilden kann (generalisiertes Wissen z.B. anhand von MOPs, wie von Schank (1982) vorgeschlagen). In eigenen Forschungsarbeiten konnten wir Prinzipien des fallbasierten Problemlösens beispielsweise erfolgreich dazu heranziehen, Lernen aus und Problemlösen mit Beispielen zu beschreiben (Reimann, 1997) und konnten es auch als Grundlage tutorieller Systeme einsetzen (Reimann & Schult, 1996). Ein rezentes Beispiel eines instruktionellen Ansatzes auf der Basis von Theorien zum fallbasierten Denken soll nun genauer beschrieben werden.

Ein eigener GBS-Ansatz

Ausgangspunkt für die Entwicklung unseres eigenen GBS-Ansatzes war die Frage, wie man Laien auf motivierende Art und Weise Wissen aus dem Bereich Meeresökologie näher bringen kann. Gerade dieser inhaltliche Bereich wird oftmals als wenig interessant empfunden, es kann kein Bezug hergestellt werden oder er ist oft mit Misskonzeptionen verknüpft. Gleichzeitig war unser Anliegen, die Lernenden mit komplexen Problemen (also solchen, die keine eindeutige richtigen Lösungen haben und bei denen die Problemstellung unterspezifiziert ist) Bekanntschaft machen zu lassen und einige Komponenten des „critical thinking“ (z.B. Ennis, 1987) üben zu lassen. Um dieses Wissen zu vermitteln, haben wir ein GBS mit dem Fokus auf gestalterische Tätigkeiten entwickelt (vgl. Zumbach & Reimann, 1999a).

Lernende übernehmen in unserer Simulation die Rolle eines Zeitungsredakteurs. Dieser Redakteur erhält via Telex verschiedene Pressemeldungen über ein fiktives Öltankerunglück in der Nordsee. Das Ziel, das der Lernende dabei zugewiesen bekommt, ist das Aufbereiten dieser Informationen, das Nachrecherchieren sowie das Verfassen eines geeigneten Artikels für den Arbeitgeber: eine Zeitung.

Abbildung 2: Begrüßungsbildschirm der „Heidelberg University Press“



Die notwendigen Instruktionen werden mittels Video durch den „virtuellen“ Chefredakteur gegeben: „Sie erhalten Pressemeldungen über Ihr Telex. Diese enthalten Informationen über ein Tankerunglück und dessen Folgen für das Meer. Sie sollen nun die Fakten, die die Auswirkungen auf das Meer betreffen, überprüfen, bzw. noch mehr Hintergrundinformationen anhand des Archivs, der Datenbank oder dem Telefon gewinnen. Die so gewonnenen Fakten (sauber recherchiert) sollten Sie dann in Form eines Artikels im Kommentarstil niederschreiben. Thema: „Der Einfluss von Öl und Mensch auf das Meer. Welche Rolle spielt das Öl im Vergleich zu anderen Störfaktoren?“

Abbildung 3: In der virtuellen Redaktion



Im Hauptteil des Programms befindet sich der Lernende an seinem eigenen simulierten Arbeitsplatz. Hier stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung. Die Komponente, die den Lerner im wesentlichen mit unterschiedlichen Fakten konfrontiert, ist das Telex. Hier werden der Realität nachgestellte Pressemeldungen über ein fiktives Tankerunglück in bestimmten Zeitintervallen eingeblendet. Diese Pressemeldungen dienen einerseits als Anker, mit dessen

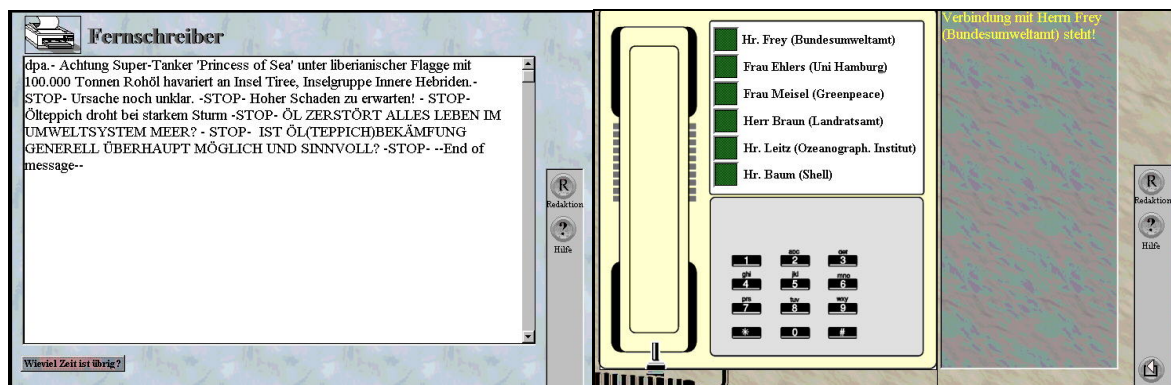
Hilfe der eigentliche Hauptauftrag, den Kommentar zu verfassen, unterstützt wird. Ein Beispiel für eine solche Meldung ist in Kasten 1 dargestellt.

Kasten 1: Beispiel einer Pressemeldung

dpa.- 'Princess of Sea' verliert Unmengen an Rohöl. -STOP- Riesiges Leck- bereits 20.000 Tonnen ausgelaufen. -STOP- Sturm drängt Ölteppich gegen Küste. -STOP- Schottland bald nur noch Ölwüste? -STOP- CHEMIKALIEN IM EINSATZ BRINGEN NACH GREENPEACE NUR GRÖßEREN SCHADEN?. -STOP- IST ÖL GAR KEINE SO GROSSE GEFAHR WIE ANDERE SCHADSTOFFE? - STOP- --End of message--

Als zusätzliche Informationsquelle und zur authentischeren Gestaltung des Szenarios wird ein simuliertes Telefon angeboten. Kurzwahltaasten bieten die Möglichkeit, sich die Meinungen fiktiver „Experten“ über die Problematik Meer und Öl aus unterschiedlichen Instanzen anzuhören. Diese Beiträge sind zeitlich sequenziert, so dass niemals alle gleichzeitig abgerufen werden können. Zudem dienen die unterschiedlichen „Einfärbungen“ dieser Expertenmeinungen dazu, unterschiedliche Perspektiven der Betrachtung von Ölunfällen zu bekommen (im Sinne der Cognitive Flexibility Theory; Spiro & Jehng, 1990).

Abbildung 4: Informationsressourcen Telex und Telefon



Die eigentlichen Informationen, die zum Wissenserwerb herangezogen werden sollen, werden in hypertextueller Form präsentiert. Hier steht zum einen ein umfangreiches Informationsarchiv über die Ökologie der Weltmeere und den Folgen der Umweltverschmutzung in Anlehnung an Clark (1992) als linear und assoziativ verknüpfter Hypertext mit einem Glossar zur Verfügung. Zum anderen wurden tatsächlich publizierte Pressemeldungen der Badischen Zeitung zum Thema „Ölverschmutzung der Meere“ von 1990-1998 als Fallsammlung integriert. Alle diese Informationen sind frei navigierbar sowie durch eine Volltext- sowie eine Schlagwortsuche zugänglich.

4.2 Entwicklung des Programms

Die Entwicklung des Programms umfasste drei unterschiedliche Teilbereiche: Die Recherche und Produktion der Hintergrundinformationen als Lernressource, die Gestaltung des Szenarios und die Gestaltung zusätzlicher Hilfsmittel zur Unterstützung der Lerner-Programm-Interaktion.

Die Lernressourcen zur Problematik von Öl und Meeresverschmutzung lassen sich in zwei grobe Blöcke unterteilen. Grundlegende Informationen stammten aus dem Buch „Kranke Meere?“ (Clark, 1992). Diese Texte wurden mit Hilfe eines handelsüblichen Flachbettscanners digitalisiert und mittels einer OCR-Software in Textdateien umgewandelt. Trotz guter Vorlagenqualität und sich immer weiter entwickelnder OCR-Software stellte diese Transformation eine der personalintensivsten Posten im Entwicklungsprozess dar. Neben diesen Informationen, die in ihrer Summe die grundlegenden Informationen aus naturwissenschaftlicher und ökologischer Sicht vermitteln wurde parallel dazu eine Recherche zu Zeitungsmeldungen im Archiv der Badischen Zeitung vorgenommen. Es wurden dabei alle veröffentlichten Artikel im Zeitraum von zehn Jahren zur Problematik der Meeresverschmutzung durch Öl erfasst, kopiert und ebenfalls mittels Flachbettscanner und OCR-Software in digitale Texte umgewandelt. Aus den so vorhandenen digitalen Textvorlagen wurde nun mittels des Autorensystems ToolBook 2 Instructor (Asymetrix, 1996) eine Hypertextbasis generiert. Die inhaltlich global und lokal kohärenten Pressemeldungen wurden zur Unterstützung einer Schlagwortsuche entsprechend indiziert, ansonsten jedoch nahezu 1:1 in eine Bildschirmdarstellung transferiert. Aufgrund des knappen journalistischen Stils passten nahezu alle dieser Meldungen auf eine Bildschirmseite.

Die digitalisierten Texte aus dem Buch „Kranke Meere?“ wurden inhaltlich auf Kohärenz und Zusammenhänge überprüft. Danach folgte eine Aufteilung und Ergänzung der Texte in lokal kohärente Teiltexthe, die in die Knoten eines Hypertextes übertragen wurden. Diese konnten Seite für Seite („paging“), also ohne „scrollen“ zu müssen, abgerufen werden. Der grundlegende Zugriff auf diese Informationen wurde durch einer lineare Navigation gewährleistet. Darüber hinaus wurden auf Basis einer semantische Analyse verschiedene referentielle Hyperlinks zwischen diesen Knoten und zu einem Glossar erstellt. Auch dieser Teil des Hypertext-Archives wurde zur Unterstützung gezielter Suchen mit Schlagworten versehen. Insgesamt konnte auf das ganze System auch mit einer Volltextsuche zugegriffen werden. Am Ende des Produktionsprozesses resultierte schließlich eine Hypertextbasis, die insgesamt 172 Bildschirmseiten umfasste. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Themen und Aufteilung dieser Seiten.

Tabelle 1: Umfang und thematische Unterteilung der Hypertextbasis

Subkategorie	Quelle	Seitenumfang
Was ist Meeresverschmutzung?	Clark, 1992	22
Was ist Erdöl?		33
Der Zustand einiger Meere		49
Ölkatastrophen und Tankerunfälle (allgemein)	Badische Zeitung	15
Havarie des Tankers „Braer“		21
Shell und die „Brent Spar“		19
Havarie des Tankers „Sea Empress“		13

Die Entwicklung des Szenarios, in das dieses Hypertext-Archive integriert wurde, erfolgte ebenfalls mit dem Autorensystem ToolBook II Instructor. Große Teile der Funktionalität mussten dabei mit Hilfe der speziellen ToolBook Skript-Sprache umgesetzt werden, insbesondere die zeitliche Steuerung von Feedback- und Aktionselementen. Um dem Szenario einen höheren Grad an Authentizität zu verleihen, wurden zudem ein Videoclip zur Darstellung der Ausgangslage und verschiedenen Audioclips hinzugefügt. Die Audioclips beinhalteten verschiedene Stellungnahmen fiktiver Experten zu der inhaltlichen Problematik und konnten über ein „Tastentelefon“ je nach Fortschritt im Programm einmalig abgerufen werden.

Zur Unterstützung von Lernprozessen wurden über das eigentliche Programm und die Hintergrundinformationen hinaus zwei kognitive Werkzeuge in ToolBook entwickelt: der *Hypothesen-Editor (HypoEd)* und das *Critical Thinking Questioning Tool (CTQT)*. Der Hypothesen-Editor sollte es Lernenden ermöglichen, explizite, auf die Hintergrundinformationen bezogene, Hypothesen zu formulieren. Dieses Werkzeug dient in erster Linie der Unterstützung einer analytischen Vorgehensweise im Sinne des *informal reasoning* nach Voss, Blais, Means, Greene und Ahwesh (1991) und Voss & Means (1991). Darüber hinaus sollte es als Merkhilfe fungieren, um bereits formulierte Suchziele bei der Recherche im Hypertext nicht aus den Augen zu verlieren. Der Aufbau des HypoEd entsprach einem Formularfeld, in welchem eine zu überprüfende Aussage eingetragen werden konnte. Diese Aussage kann dann mit den Optionen „trifft zu“ und „trifft nicht zu“ im Vorfeld eingeschätzt werden. Weiterhin gab es eine Beurteilungsskala, ob nach einer Suche im Informationsbereich hypothesenbezogene Informationen gefunden wurden, und wenn ja, in welchem Bereich. Schließlich muss der Lernenden bestimmen, ob die formulierte Zielaussage nun richtig oder falsch ist (vgl. Abb. 5).

Abbildung 5: Der Hypothesen-Editor HypoEd.

Tragen Sie in dieser Spalte ein, was Sie untersuchen möchten:	Wägen Sie ab, ob diese Aussage zutrifft (ohne weitere Informationen gesehen zu haben).	Haben Sie durch Ihre Suche Informationen zu dieser Aussage gefunden? Wo haben Sie die Informationen gefunden?	Trifft die Aussage nach Ihrer Suche nun tatsächlich zu oder trifft sie nicht zu?
Beispiel: Ozon ist eine Sauerstoffverbindung und somit ungiftig	<input type="radio"/> Trifft zu <input checked="" type="radio"/> Trifft nicht zu	<input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Datenbank <input type="checkbox"/> Telephon <input checked="" type="checkbox"/> Zeitung	<input checked="" type="radio"/> Trifft zu <input type="radio"/> Trifft nicht zu
	<input type="radio"/> Trifft zu <input type="radio"/> Trifft nicht zu	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein <input type="checkbox"/> Datenbank <input type="checkbox"/> Telephon <input type="checkbox"/> Zeitung	<input type="radio"/> Trifft zu <input type="radio"/> Trifft nicht zu

Das *Critical Thinking Questioning Tool CTQT* sollte ebenfalls analytisches und kritisches Hinterfragen von dargebotenen Informationen fördern. Hierzu stand eine Bildschirmseite mit zu ergänzenden Fragen zur Verfügung, die nach King (1995) Lerner zu einer tieferen und kritischeren Informationsverarbeitung anregen sollten. Die angebotenen und zu ergänzenden Fragen sind in Kasten 2 abgebildet.:

Kasten 2: Offene Fragemöglichkeiten zur Unterstützung kritischen Denkens.

1. Was ist der Unterschied zwischen
2. Was ist die Erklärung für
3. Was würde passieren, wenn
4. Was wäre ein anderes Beispiel für
5. Warum passierte
6. Was für Mittel könnte man einsetzen, um
7. Was sind die tatsächlichen Folgen von
8. Wie ist der Einfluss folgender Komponenten aufeinander:
9. Was wäre analog zu
10. Warum ist das besonders wichtig:
11. Wie könnte eine andere Perspektive aussehen, z. B.
12. Was bedeutet das für die Umwelt, z. B.
13. Was wäre eine angemessene Lösung für
14. Was wäre ein Gegenargument für

Bei der Benutzung des Programms werden die Lernenden zwar dazu aufgefordert, mindestens zwei dieser Fragen zu ergänzen, jedoch bleibt die Bearbeitung dieser Aufgabe den Lernenden letztlich freigestellt.

Das gesamte Programm kann mit der ToolBook Runtime auf CD-ROM distribuiert werden, aber auch mit einer kostenlosen Browser-Erweiterung in Internet Explorer oder Netscape Navigator (beides ab Version 4) genutzt werden.

4.3 Evaluation des Goal-Based Scenarios zur Meeresökologie

In einer empirischen Studie haben wir diesen GBS-Ansatz einem empirischen Vergleich mit einem tutoriellen Programm sowie einem freien Hypertextarchiv unterzogen. Allen drei Untersuchungsbedingungen lag dabei die folgende Gemeinsamkeit zugrunde: Sie beinhalteten alle die gleichen Hintergrundinformationen über die Problematik von Öl und Meeresverschmutzung in Form des Hypertextarchivs sowie den Zeitungsmeldungen. Im Gegensatz zum GBS wurde eine zweite Versuchsbedingung in Form eines (nicht intelligenten) tutoriellen Lernprogramms entwickelt, indem der Hypertext in sieben kohärente Lektionen aufgeteilt wurde. Diese sieben Lektionen mussten sukzessive bearbeitet werden und endeten immer in einem kleinen Quiz, bei dem das Wissen der jeweiligen Lektion überprüft wurde. Bei falscher Beantwortung dieser Wissensfragen wurde die Möglichkeit gegeben, die richtigen Antworten noch einmal nachzuschlagen. Die Anforderung an die Versuchspersonen bestand darin, die Lektionen sorgfältig zu bearbeiten. In der dritten Untersuchungsbedingung wurden die Informationen in einer frei navigierbaren Hypertextform ohne eine konkrete Rahmenhandlung präsentiert. Hier wurden die Versuchspersonen dazu aufgefordert, sich selbständig Wissen über die Problematik um Meere und Ölverschmutzung anzueignen. Die dreistündige Untersuchung an den Programmen wurde in jeder Bedingung anhand von jeweils zwanzig Versuchspersonen zwischen siebzehn und 53 Jahren durchgeführt.

Alle drei Gruppen wurden zu Beginn und zu Ende auf Ratingskalen befragt, wie interessant, wie spannend und wie langwierig ihnen das Programm erschien, ob sie gerne weitermachen würden und wie viel Spaß es ihnen mache. Außerdem wurde vor und nach der Auseinandersetzung mit dem Umweltinformationssystem ein struktureller Wissenstest über die Thematik "Meer & Öl" mittels eines Concept-Maps (vgl. z. B. Kommers, Jonassen & Mayes, 1992) durchgeführt, welcher mit dem Wissensnetz eines Experten verglichen wurde.

Zeigten sich im Vortest keine Unterschiede bzgl. der motivationalen Aspekte, so zeigte sich im Nachtest ein signifikant höherer Wert der GBS-Bedingung im Vergleich zu beiden anderen, die beide einen signifikanten Rückgang bei diesen Werten zeigten. Bezüglich des strukturellen Wissens zeigte sich in allen drei Gruppen ein signifikanter Zuwachs. Im Nachtest erreichte die GBS-Gruppe eine signifikant bessere Leistung im Vergleich zu den anderen Bedingungen; ebenso beim quantitativen Wissenszuwachs. Generell weisen die Ergebnisse auf eine Steigerung der intrinsisch motivierten Auseinandersetzung durch die Verwendung einer GBS-basierten, situierten und aufgabenbezogenen Lernumgebung hin. Eine Steigerung der Effizienz des Wissenserwerbes, welche ebenfalls durch eine entsprechend gestaltete Lernum-

gebung erreicht werden konnte, belegt die Bedeutung des Instruktionsdesigns bei der Wissensvermittlung.

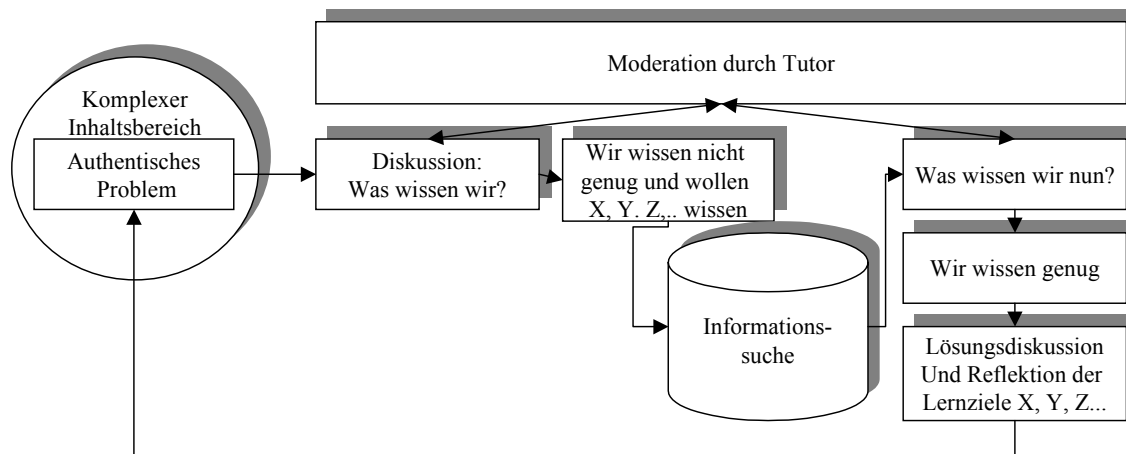
Rückblickend zeigt sich, dass durch die Verwendung der Designprinzipien nach dem Goal-Based Scenario-Ansatz eine gehaltvolle und motivierende Lernumgebung für individuelles, computerbasiertes Lernen geschaffen werden konnte. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Zugriff auf dieses Programm über das Internet oder via CD-ROM erfolgt, da durch die entsprechende Plug-In Technologie beide Zugriffsartenmöglich sind.

Verlässt man die Ebene des individuellen computerbasierten Lernens und begibt man sich auf die Ebene von Netzwerken werden andere Lehr-Lernansätze notwendig. Auch hier haben wir einen pädagogisch-konstruktivistischen Instruktions-Ansatz herangezogen, um eine Plattform für internetbasiertes kollaboratives Lernen im Bereich der Meeresökologie zu realisieren: Problem-basiertes Lernen.

5. Problem-basiertes Lernen

Problem-Basiertes Lernen (PBL) hat seinen Ursprung in der medizinischen Ausbildung und findet seit den sechziger Jahren einen immer breiter werdenden Zuspruch in verschiedenen Disziplinen (z.B. Barrows, 1985). Die Vorgehensweise bei dieser Art der Ausbildung kann wie folgt beschrieben werden: In Kleingruppen mit einer Größe von etwa vier Lernenden wird ein authentischer Fall (z.B. der Fall eines Patienten) präsentiert. Dieser Fall wird in der Gruppe unter der Leitung eines Tutors respektive der enthaltenen Informationen und Hinweise analysiert. Aus dieser Analyse muss der Bedarf resultieren, entsprechende weitere Informationen und Wissen zu sammeln. Diese werden benötigt, um den Fall tatsächlich weiter bearbeiten zu können (z. B. nähere Informationen zu einem bestimmten Krankheitsbild zu sammeln). Die so entwickelten Lernziele werden dann durch Selbststudium mit Hilfe von Bibliotheken, Online-Ressourcen, Expertenbefragungen etc. von jedem Lerner selbständig bearbeitet. In weiteren Treffen der Kleingruppe werden die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert; ist der Fall abgeschlossen, widmet man sich dem nächsten Fall. Der typische Prozess des Problem-Basierten Lernens ist in Abbildung 5 verdeutlicht (vgl. Zumbach & Reimann, 1999b).

Abbildung 5: Der PBL-Prozess



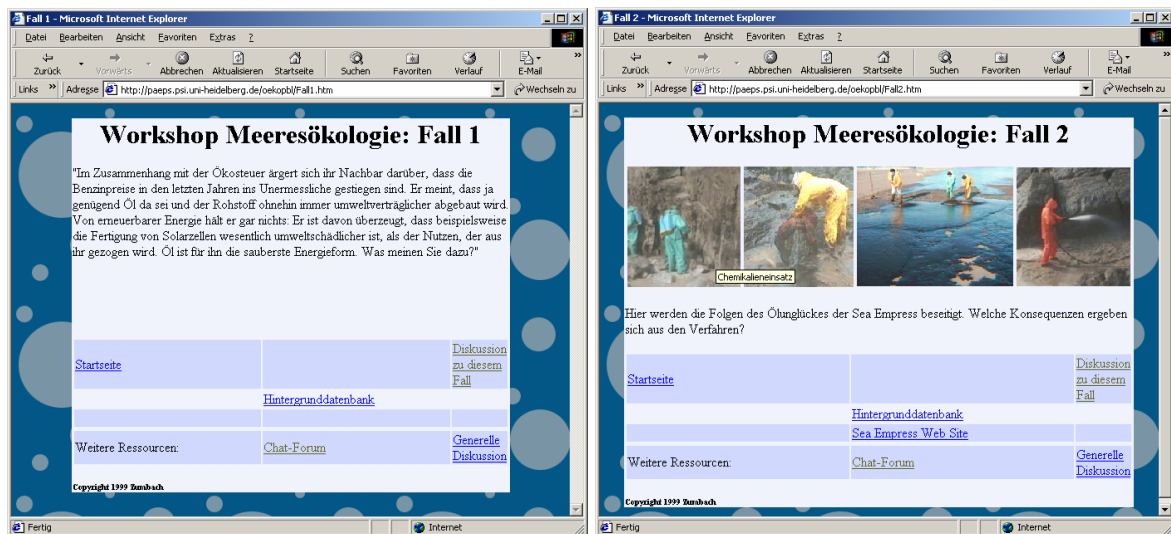
Beim Verfassen exemplarischer Fälle wird hierbei darauf geachtet, dass die notwendigen Informationen zur Bearbeitung nicht nur aus einem Bereich, sondern generell aus verschiedenen Fachbereichen gesammelt sind (z.B. nicht nur über ein Krankheitsbild, sondern gleichzeitig auch noch aus den Bereichen Biochemie, Soziologie etc.; Hafler, 1997). Die Vorteile von PBL lassen auch im Bereich Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) nutzen, insbesondere können auch Gruppen aus Lernenden und Experten verschiedener Nationen oder geographischer Regionen über das Internet verbunden werden und so zusätzlich weitere Facetten in das Lernangebot einbringen (Koschmann, 1996).

5.1 Ein eigener internetbasierter PBL-Ansatz

Wir haben selbst ein internetbasiertes PBL-Curriculum aus dem Bereich Meeresökologie konzeptioniert und entwickelt. Eine kollaborative Plattform für PBL wurde frei zugänglich auf einem Web-Server etabliert. Es stehen vier verschiedene Problemfälle zur Verfügung, die aufeinander aufbauend ein vierwöchiges Curriculum ergeben, welches z.B. als übergreifender Projektunterricht in der gymnasialen Mittel- und Oberstufe in Biologie verwendet werden kann. Für jeden Fall sowie für die generelle Kommunikation steht jeweils ein Discussion-Board zur Verfügung, in welchem Fallbehandlung, Lernzieldefinition und Lösungsvorschläge eingetragen werden können; zusätzlich wird zur synchronen Kommunikation ein Chat-Tool angeboten. Zur Informationssuche steht bereits auf demselben Server ein umfangreiches Hypertextarchiv zur Meeresökologie zur Verfügung; weitere Online-Quellen sind durch eine Linksammlung, die auch durch Lernende ergänzt werden kann, erreichbar. Ein textbasierter Fall, der zusätzlich durch hypermediale Komponenten ergänzt wird, lautet: „Im Zusammenhang mit der Ökosteuer ärgert sich ihr Nachbar darüber, dass die Benzinpreise in den letzten Jahren ins Unermessliche gestiegen sind. Er meint, dass ja genügend Öl da sei und der Rohstoff ohnehin immer umweltverträglicher abgebaut wird. Von erneuerbarer Energie hält er gar

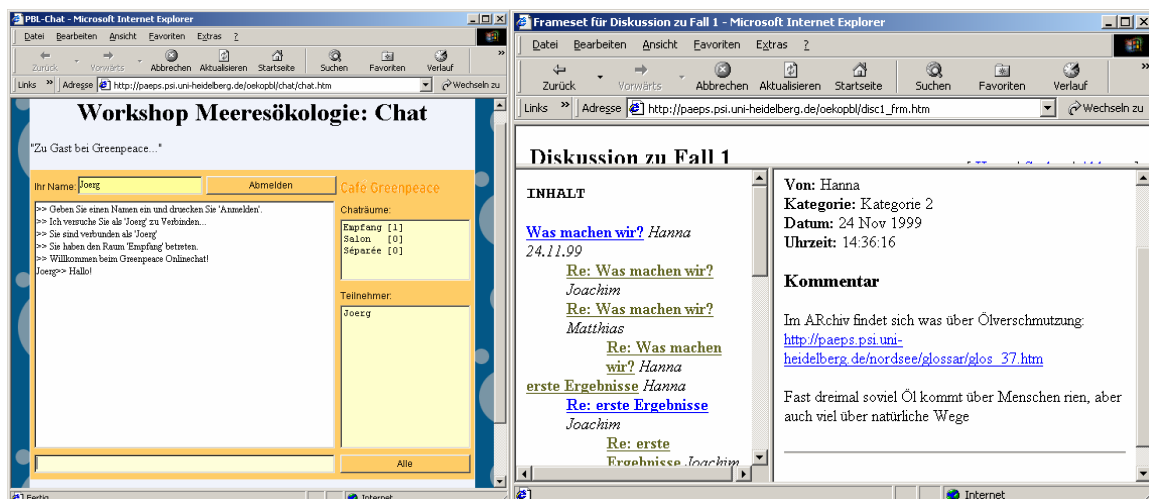
nichts: Er ist davon überzeugt, dass beispielsweise die Fertigung von Solarzellen wesentlich umweltschädlicher ist, als der Nutzen, der aus ihr gezogen wird. Öl ist für ihn die sauberste Energieform. Was meinen Sie dazu?“ Die mit diesem Fall intendierten Lernziele beinhalten z.B. Wissen, wie Öl abgebaut und transportiert wird und den damit verbundenen Risiken; Unterschiede zwischen fossilen und erneuerbaren Energiequellen; Vorteile und Nachteile erneuerbarer Energien; Entstehung und Verbleib von Ökosteuerung; gesellschaftliche Folgen des ökologischen Raubbaus etc.

Abbildung 6: Beispiel für Falldarstellungen



Die Lerner identifizieren nun zunächst selbst die Lernziele unter moderierender Aufsicht eines Tutor im jeweiligen Diskussionsbereich, vereinbaren Arbeitsaufgaben, die dann im Laufe einer Woche bearbeitet und generell zugänglich abgelegt werden. Diese Ergebnisse bilden wiederum die Grundlage für die abschließende Falldiskussion. Sollte die asynchrone Kommunikation nicht ausreichen, kann jederzeit auf den (moderierten) Chat zurückgegriffen werden.

Abbildung 7: Kommunikationsplattformen



5.2 Entwicklungsprozess der Lernumgebung

Der Entwicklung dieser Lernumgebung war verglichen zu der Entwicklung des eigenen GBS-Ansatzes deutlich weniger aufwendig. Ein Hauptgrund dafür war, dass die hypertextuellen Lernressourcen hier übernommen werden konnten. Mittels der Exportfunktion von ToolBook II wurden sie Texte direkt in HTML-Seiten überführt. Diese mussten dennoch alle von Hand nachbearbeitet werden sowie durch zusätzliche JavaScript-Programmierung hinsichtlich Navigationsfunktionalität ergänzt werden. Alle Texte sowie die Aufgabenstellungen wurden mit dem HTML-Editor Microsoft Frontpage bearbeitet. Auch die asynchronen Diskussionsforen (pro Lerngruppe und Fall jeweils ein Forum) wurden mit diesem Editor entwickelt. Der Webchat ist ein Java-Applet, welches aus dem Internet übernommen wurde. Die gesamte Lernumgebung wird auf einem Internet Information Server 4.0 angeboten, dessen Microsoft Frontpage Server-Erweiterungen die Funktion der Diskussionsforen gewährleistet.

5.3 Bewertung des PBL-Ansatzes zur Meeresökologie

Die hier vorgestellte Lernumgebung zur Vermittlung gehaltvollen ökologischen Wissens ist eine mögliche Umsetzung konstruktivistischer Annahmen. Zusätzlich bleibt noch eine formative und summative Evaluation vorzunehmen, um die Erwartungen gegenüber dieser Form des Online-Lernens zu validieren. Generell ist aus der Vielzahl der Befunde und Disziplinen, in denen PBL schon eingesetzt wird, eine überwiegend positive Resonanz zu erwarten (Albanese & Mitchell 1993; Vernon & Blake, 1993). Nicht zuletzt wegen dieser Resonanz wird gegenwärtig auch die universitäre Ausbildung an deutschen Fakultäten, insbesondere im Fach Medizin, in ein PBL-Format umgewandelt.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Nach wie vor werden viele computer- und internetbasierte Lern- und Trainingsprogramme zwar mit sehr hohem Entwicklungsaufwand hinsichtlich der Produktion und Integration verschiedensten Medien vorangetrieben. Dennoch fehlt es vielen dieser Programme an einer didaktischen Gestaltung, die über die Ansätze des computerbasierten Lernens aus den sechziger und siebziger Jahren hinausgeht. Die Probleme, die aus derart gestalteten Lernprogrammen resultieren können, liegen zumeist bei der längerfristigen Aufrechterhaltung der Lerner motivation sowie eines mangelhaften Transfers vom Lern- auf den Anwendungskontext. Wir selbst verfolgen in erster Linie Ansätze zur Gestaltung computer- und internetbasierter Lernumgebungen, denen der natürliche Prozess menschlichen Handelns und Lernens zugrunde liegt: Dem „Learning by Doing“. Aufbauend auf Gedächtnistheorien des Case-Based Reaso-

nings haben wir zwei exemplarische Ansätze herausgegriffen und exemplarisch umgesetzt: Der Goal-Based Scenario Ansatz und Problem-Based Learning.

Die Selbststeuerung des Lernenden steht dabei grundsätzlich im Vordergrund: Wissen wird nicht vom Lehrenden, bzw. dem Programm auf den Lernenden transferiert. Vielmehr bewegt sich der oder die Lernenden auf selbstgesteuerte Art und Weise selbst durch ein Lernprogramm, erkundet die Lernumwelt und lernt dabei auf einem dem Menschen natürlichen Wege. Evaluationen unserer Programme weisen darauf hin, dass auf diese Weise die Lernziele selbstgesteuert erreichen lassen.

8. Literatur

- Albanese, M. A. & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81.
- Ashley, K. D. (1990). Modeling legal argument. Cambridge, MA.: MIT Press.
- Asymetrix Corporation (1996). *ToolBook II Version 5.01*[computer program].
- Barrows, H. S. (1985). *How to Design a Problem-Based Curriculum for the preclinical Years*. New York: Springer.
- Boshuizen, H.P.A.; Schmidt, H.G. (1992). On the role of biomedical knowledge in clinical reasoning by experts, intermediates, and novices. *Cognitive Science*, 16, 153-184.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Clark, R. B. (1992). *Kranke Meere? Verschmutzung und ihre Folgen*. Heidelberg: Spektrum.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educational Researcher*, 19, 2-10.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991). Technology and the design of generative learning environments. *Educational Technology*, 31(5), 34-40.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). New York, NY: Freeman.
- Hafler, J. P. (1997). Case Writing: Case Writers' Perspectives. In D. Boud & G. Feletti (Eds.), *The Challenge of Problem-Based Learning (2nd Ed.)* (pp.151-159). London: Kogan Page.
- Koschmann, T. (Ed.) (1996). *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm. Computers, cognition, and work*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Kass, A. & Guralnick, D. (1991). Environments for incidental learning: Taking road trips instead of memorizing start capitals. In *Proceedings of the International Conference on the Learning Sciences* (pp. 258-264). Evanston, IL: AACE.
- Kass, A., Burke, R., Blevis, E., & Williamson, M. (1994). Instructing learning environments for learning complex social skills. *The Journal of the Learning Sciences*, 3, 387-427.
- King, A. (1995). Designing the instructional process to enhance Critical Thinking across the curriculum. *Teaching of Psychology*, 22(1), 13-17.
- Kolodner, J. L. (1993). *Case-Based Reasoning*. San Mateo, CA: Morgan Kaufman.
- Kolodner, J. L. (1997). Educational Implications of Analogy. *American Psychologist*, 52(1), 57-66.
- Kommers, P., Jonassen, D. & Mayes, J. T. (Eds.) (1992). *Cognitive Tools for Learning*. Heidelberg: Springer.
- Reimann, P. (1997). *Lernprozesse beim Wissenserwerb aus Beispielen: Analyse, Modellierung, Förderung*. Bern: Huber.
- Reimann, P. & Schult, Th. (1996). Turning examples into cases: Acquiring knowledge structures for analogical problem solving. *Educational Psychologist*, 31, 123-132.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1999b). *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten (Forschungsbericht Nr. 60; überarbeitete Fassung)*. München: Universität München, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Riesbeck, Ch. & Schank, R.C. (1989). *Inside case-based reasoning*. Hillsdale, NJ.: Erlbaum
- Ross, B. H. & Kennedy, P.T. (1990). Generalizing from the use of earlier examples in problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 42-55.
- Schank, R.C. (1982). *Dynamic memory: A theory of reminding and learning in people and computers*. New York: Cambridge University Press.
- Schank, R. C. (1994). Goal-Based Scenarios: A Radical Look at Education. *Journal of the Learning Sciences*, 3(4), 429-453.
- Schank, R. C., Berman, T. R. & Macpherson, K. A. (1999). Learning by Doing. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models* (pp. 160-181). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Schank, R. C. & Cleary, C. (1995). *Engines for Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Schank, R., Fano, A., Bell, B. & Jona, M. (1994). The Design of Goal-Based Scenarios. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(4), 305-345.

- Spiro, R. J. & Jehng, J. C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix & R. J. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology* (pp. 163-205). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Vernon, D. T. A. & Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68(7), 550-563.
- Voss, J.F., Blais, J., Means, M.L., Greene, T.R., & Ahwesh, E. (1989). Informal Reasoning and Subject Matter Knowledge in the Solving of Economics Problems by Naive and Novice Individuals. *Cognition and Instruction*, 3, 269-302.
- Voss, J. F. & Means, M. L. (1991). Learning to reason via instruction in argumentation. *Learning and Instruction*, 1, 337-350.
- Zumbach, J. (1999). *Wissensvermittlung durch computerbasierte Lernumgebungen. Gestaltung und Evaluation von Lernumgebungen für lokale Anwendungen und das World Wide Web*. St. Augustin: Gardez.
- Zumbach, J. (in press). Goal-Based Scenarios. In U. Scheffer & F.-W. Hesse (Hrsg.), *e-learning*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Zumbach, J. & Reimann, P. (1999a). Assessment of a Goal-Based Scenario Approach: A Hypermedia Comparison. In P. Marquet, S. Mathey, A. Jaillet & E. Nissen (Eds.), *internet-based teaching and learning (IN-TELE) 98* (pp. 449-454). Frankfurt: Peter Lang.
- Zumbach, J. & Reimann, P. (1999b). Combining Computer Supported Collaborative Argumentation and Problem-Based Learning: An Approach for Designing Online Learning Environments. *Workshop Computer Supported Collaborative Argumentation at the CSCL99 conference December 10th to 16th in Stanford, CA*.