
Problemorientiertes Lernen mit Geoinformation: Ansätze und Beispiele zum erfahrungsbasierten Lernen

Jörg ZUMBACH und Thomas JEKEL

Zusammenfassung

Mit diesem Beitrag stellen wir technologische und didaktische Ansätze zur Integration von Geoinformationssystemen in Lernumgebungen vor. Im Vordergrund steht die Integration von Technologie in Lehr-Lernarrangements, damit Lernen ein aktiver und konstruktiver Prozess werden kann. Ausgehend von einem problemlöseorientierten Verständnis von Wissenserwerbsprozessen werden einzelne Kompetenzen identifiziert. Auf Basis dieser Kompetenzüberlegungen werden Beispiele vorgestellt, die über eine rein rezeptive Nutzung von Geodaten und deren Visualisierung hinausgehen. Insbesondere die Nutzung von Informationssystemen als Ressource für Problemlöseprozesse in einem interdisziplinären Kontext steht dabei im Vordergrund. Der Beitrag diskutiert zunächst die gedächtnispsychologischen Voraussetzungen des Topographie-Lernens und schlägt in der Folge zwei problemorientierte Ansätze basierend auf Microsoft Encarta und Google Earth vor.

1 Einleitung: Brigach und Breg bringen die Donau zuweg

Erdkunde bzw. Geographie lernen – Was bedeutet das in der schulischen Praxis? Schülerinnen und Schüler sitzen vor Karten mit unterschiedlichem Abstraktionsgrad und versuchen sich einzelne Merkmale einzuprägen? Einige Merkmale stechen hervor wie z.B. größere Flüsse oder einzelne markante Städte, aber ansonsten sieht sich der einzelne Lernende einem Rauschen an verschiedenen Informationen konfrontiert. Der Anwendungszusammenhang des so erworbenen Wissens verbleibt meist unklar.

Nun gilt es implizit, sich irgendwie eine mentale Repräsentation der vorliegenden Informationen aufzubauen. Dieses implizite Ziel steht in direkter Verbindung mit expliziten Leistungsüberprüfungen, in welchen die Fähigkeiten zu einer solchen Abstraktions- und Behaltensleistung getestet werden. Fragen wie: „Nenne und zeige in der Karte die Quellflüsse der Donau!“ oder „Zeige und benenne die österreichischen Großstädte, die an der Donau liegen!“ sind Beispiele zur Überprüfung solcher Ziele, die nach wie vor als Lehrziele verfolgt werden.

Mit der Nutzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien haben sich die Möglichkeiten des Zugriffs auf Lernmaterialien gewandelt. Aber haben sich damit auch die Lehrziele und die grundlegende instruktionelle Vorgehensweisen verändert? Graphische Visualisierungen von Geodaten, sei es in Form digitaler Atlanten (z.B. Microsoft Encarta Weltatlas) oder als interaktive Online-Präsentation von Satelliten-Aufnahmen (z.B. Google Earth), ermöglichen eigentlich eine interaktive Nutzung. Allerdings ist die Nutzung solcher

digitaler Ressourcen immer auch an explizite und implizite Ziele gebunden. Ist es das (Lehr-) Ziel, eine mentale Repräsentation der topographischen Sachverhalte bestimmter Regionen aufzubauen, so sind diese neuen Medien nicht unbedingt vorteilhaft. Aufgrund des zumeist hohen Abstraktionsgrades dieser Medien können Lernende mitunter eher von detailärmeren Visualisierungen profitieren. Wesentliche Gründe dafür sind in gedächtnispsychologischen Vorgängen zu finden.

2 An der schönen blauen Donau: Wissenspsychologische Anforderungen an das Lernen mit kartographischen Medien

Lernenden Wissen über geographische Zusammenhänge und topographische wie topologische Besonderheiten zu vermitteln ist ein diffiziler Prozess, weil im Gegensatz zu anderen Disziplinen und Themen kaum auf ein adäquates Alltagswissen aufgebaut werden kann. Insbesondere die Betrachtung von Karten aus der Vogelperspektive gehört nicht zum biologischen Grundrepertoire der menschlichen Informationsverarbeitung (vgl. WEIDENMANN, 1991, aus soziologischer Perspektive LÖW, 2001).

Während in Fächern wie Biologie oder Physik auf Alltagswissen zurückgegriffen werden kann, muss beim Erwerb von Kenntnissen der Topographie zumeist erst die Basis für Verständnisprozesse gelegt werden. Ähnlich wie beim Umgang mit Zahlen oder Buchstaben muss hier also eine Einführung in die zugrunde liegenden Symbolsysteme erfolgen. Gerade bei Abbildungen (z.B. Luftaufnahmen) betrifft dies auch die basale Wahrnehmungsschulung zur Erkennung von Figur-Grund-Verhältnissen (vgl. PRINZ, 2005). Die Schaffung geeigneter Wissensstrukturen macht es dann erst möglich, entsprechende Informationen (z.B. innerhalb eines Geoinformationssystems) zu verarbeiten und in das Vorwissen der Lernenden zu integrieren (vgl. MIETZEL, 2001).

Beim Aufbau geeigneter Wissensschemata und Skripts ist die Gestaltung des Lernmaterials sehr wichtig. Wie bereits erwähnt, ist gerade bei Schülerinnen und Schülern nicht davon auszugehen, dass die notwendigen Fertigkeiten zur Interpretation kartographischen Materials Vorwissen vorhanden ist. Vielmehr ist es wichtig, diese Grundkompetenz auszubilden und die Lernenden sukzessive zur Entwicklung einer eigenen *Literacy* zu führen. Neuere Ansätze, die dem Paradigma der Situierten Kognition (Situating Cognition; vgl. LAVE & WENGER, 1991) folgen, betonen dabei das Lernen anhand authentischer Materialien und einer Einbindung des Vorwissens der Lernenden.

Allerdings werden gerade Prinzipien wie das Lernen anhand authentischer Materialien auch falsch verstanden und werden isoliert von den jeweiligen Vorwissensstrukturen der Lernenden betrachtet. So ist beispielsweise die Verwendung von Luftaufnahmen, interaktiven Satellitenbildern oder dreidimensionaler Landschaftsmodelle nicht unbedingt dazu geeignet, grundlegende räumliche Lesetechniken zu vermitteln. Ausgehend von der begrenzten Kapazität der menschlichen Informationsverarbeitung kann gerade die Reichhaltigkeit an Details solcher Kodierungsformen zu einer erhöhten kognitiven Belastung führen. Der Cognitive Load Theory folgend (SWELLER, 1994) kommen hier noch zusätzliche Prozesse zur eigentlichen Lernaufgabe hinzu. Dazu gehören die Filterung der Informationen und deren Bewer-

tung hinsichtlich der Relevanz in Bezug auf die eigentliche Lernaufgabe (z.B. das Erkennen von Großstädten oder das Nachverfolgen von Flussläufen). Während die eigentliche Lernaufgabe bereits kognitive Ressourcen unseres Arbeitsgedächtnisses in Anspruch nimmt (im Sinne eines Intrinsic Cognitive Load; vgl. PAAS et al., 1994; SWELLER, 1994), kommen hier also noch zusätzliche Anforderungen hinzu (z.B. Identifizieren von Kontrasten oder Suchen nach visuellen Ankern bei Satellitenbildern; Extraneous Cognitive Load; vgl. SWELLER et al., 1998).

Zusammenfassend lässt sich hier also festhalten, dass gerade bei der Vermittlung von Grundfertigkeiten die Wahl von Lernunterlagen sorgfältig zu treffen ist. Mitunter ist hier Weniger also Mehr, da eine Überforderung von Lernenden durch allzu authentisches Material vermieden werden kann.

Auch wenn die grundlegenden Fertigkeiten zur Aufnahme und Verarbeitung kartographischen Materials vorhanden sind, macht ein Wechsel der Repräsentationsform sehr häufig eine Anpassung kognitiver Wissensstrukturen notwendig. Gerade der Wechsel von abstrakten Visualisierungen wie bei Landkarten hin zu Abbildungen wie z.B. Luftbildern bedarf sehr häufig einer intensiven Ein- und Umlernphase.

3 Nordsee oder Schwarzes Meer: Wohin soll es gehen?

Die wahrnehmungs- und kognitionspsychologischen Grundlagen sind nur *ein* lernrelevanter Teilbereich. Auch wenn die Vorgänge und Mechanismen dabei recht grundlegend sind, so sind sie doch die Voraussetzung dafür, dass überhaupt erst Informationen aufgenommen werden können. Allerdings soll und kann diese Stufe des Wissenserwerbs nicht das übergeordnete Ziel von Unterricht sein. Das reine Auswendiglernen von Fakten, räumlichen und raumzeitlichen Relationen oder das Erkennen unterschiedlicher Symbolsysteme sind nur Teil bei dem Erwerb eines aktiven handlungsrelevanten Wissens. Verschiedene Ansätze der Erziehungswissenschaft oder der Instruktionspsychologie betonen die Bedeutung von Wissensrepräsentation von Lernerinnen und Lernern, die über die elementare Stufe des Auswendiglernens hinausgehen (vgl. die Lernzieltaxonomie von BLOOM, 1956; oder Herbarts Formalstufen des Unterrichts, vgl. KRON, 1993).

Die primär passive und rezeptive Nutzen geographischer Informationen – sei es auf Basis gedruckten Materials oder mit geographischen Informationssystemen – ist grundsätzlich kritisch zu betrachten. Diese kritische Hinterfragung einer reinen Informationsaufnahme hängt eng mit Überlegungen zusammen, was denn die übergeordneten Ziele von Erziehung und Bildung sind. An dieser Stelle bringt WEINERT (2001) den Kompetenzbegriff ein. Anstatt sich auf ein auf Fakten- oder rudimentärem Regelwissen basierendes Modell zu beziehen, schlägt er vor, von grundlegenden Fertigkeiten oder Kompetenzen auszugehen. WEINERT (2001, S. 27) definiert Kompetenzen als „(...) die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und

Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“.

Ausgehend von diesem Kompetenzbegriff muss man sich die Frage stellen, welche Fertigkeiten beim Umgang mit Geoinformationssystemen gefordert und gefördert werden können. Können aus Lernenden mit Hilfe von Geoinformation erfolgreiche Problemlöser gemacht werden? Was sind gute Problemlöser? WOODS ET AL. (1997) folgend weisen gute Problemlöser verschiedene Informationsbeschaffungs- und Wissensanwendungskompetenzen auf. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über verschiedene Merkmale guter Problemlöser (vgl. hierzu auch FUNKE & ZUMBACH, 2006).

Tabelle 1: Merkmale guter Problemlöser.

1.	Sie investieren Zeit in das Sammeln von Informationen und das Eingrenzen eines Problems.
2.	Sie gehen sowohl algorithmisch als auch heuristisch an Probleme heran.
3.	Sie überwachen ihren eigenen Problemlöseprozess und reflektieren die Effektivität der eingesetzten Methoden.
4.	Sie legen eher Wert auf Akkuratessse als auf Geschwindigkeit.
5.	Sie nutzen externe Repräsentationsformen (z.B. Stift und Papier) beim Problemlösen.
6.	Sie sind organisiert und systematisieren Informationen.
7.	Sie sind flexibel und halten sich verschiedene Handlungsoptionen offen bzw. betrachten ein Problem aus verschiedenen Perspektiven.
8.	Sie ziehen Hintergrundwissen hinzu und setzten dieses Wissen kritisch zur Beurteilung eines Problems und dessen Lösung ein.
9.	Sie gehen gerne auf mehrdeutige Situationen ein, werden durch Abwechslung erfreut und können gut mit Stress umgehen.
10.	Sie wählen eher einen übergreifenden Lösungsansatz für ein Problem anstatt verschiedene einzelne Lösungsansätze zusammenschustern.

Interessant an diesen Merkmalen ist die Tatsache, dass hier nicht nur kognitive (z.B. Punkt 2, 3, 5), sondern auch zum Teil affektive (z.B. Punkt 7, 8, 9) Kompetenzen adressiert werden (vgl. MOURTOS et al., 2004). Nicht angesprochen sind in dieser Tabelle allerdings Merkmale, die explizit räumliches Problemlösen in den Vordergrund stellen.

Wie aber können mittels Geoinformation Lernumgebungen so geschaffen werden, dass die hier skizzierten Ziele von Unterricht auch tatsächlich erreicht werden? Wie kann der Transfer des Gelernten auf Situationen außerhalb des Unterrichts gefördert werden? Antworten auf diese Fragen kommen aus Ansätzen des Situiereten Lernens.

4 Donauwalzer: Zusammenspiel von Grundlagenwissen und Anwendung beim Situiereten Lernen

Wie bereits skizziert, ist die Anknüpfung an bereits vorhandene Wissensstrukturen bei Lernenden ein wesentlicher Faktor, der den Erwerb neuen Wissens begünstigt. Bei der Nutzung von Geoinformation wird dies dann vernachlässigt, wenn das reine Lernen topographischer Strukturen und Relationen zum ausschließlichen Kerngegenstand gemacht wird (JEKEL 2006). Diese Gegenstandszentrierung (vgl. REINMANN-ROTHMEIER & MANDL, 2001) bedeutet im äußersten Falle, dass Lernende Informationen lediglich passiv aufnehmen, etwaig vorhandene Motivation und Eigeninitiative verlieren und ihr Wissen im Sinne einer Problemlösekompetenz nicht auf andere Inhaltsbereiche innerhalb oder außerhalb des Unterrichts transferieren können. Auch wenn Lernende mit Hilfe von Geoinformationssystemen einen simulierten Rundflug machen können oder mit Google Earth im Rahmen einer Suchaufgabe anhand eigener Interaktion mit dem Programm bestimmte geographische Punkte und deren räumliche Anordnung bestimmen können, liegt hier noch kein tatsächlich aktives Lernen vor. Es besteht dabei nach wie vor die Gefahr, dass Informationen tatsächlich nur oberflächlich verarbeitet werden und neue Informationen nicht an das bestehende Vorwissen angeknüpft werden.

Um ein tatsächlich aktives Lernen zu fördern, bieten sich explorierende und problemlöseorientierte Ansätze an, bei denen bestehendes Vor- und Weltwissen der Lernenden integriert werden kann und die Eigeninitiative der Lernenden gefördert wird. Diese Verbindung von alltagsrelevantem Wissen, die Nutzung bestehender Interessen auf Seiten der Lernenden und die Nutzung einer aktiven problemlöseorientierten Wissensvermittlungsstrategie sind wesentliche Bestandteile des Situiereten Lernens. Im Folgenden stellen wir hierzu zwei Ansätze vor: Die Nutzung eines multiperspektivischen Ansatzes beim Problemlösen und die aktive Erweiterung von Informationssystemen.

4.1 Multiple Perspektiven beim Problemlösen und investigativem Lernen

Mit der Einführung nicht-linearer Informationsressourcen in Form von Hypertexten und Hypermedien wurden auch didaktisch-motivierte Ansätze entwickelt, wie solche „Neue Medien“ sinnvoll für Lehr-Lernzwecke genutzt werden können (vgl. PFLIGERSDORFFER, in Druck). Ausgangslage für solche Überlegungen ist die grundlegende Haltung, dass Lernen ein konstruktiver, situierter und gehaltvoller Prozess ist (SAVERY & DUFFY, 1995). Lernen bedeutet dabei, dass der Lernende sich den Bedeutungsgehalt eines Wissensbereiches letztlich selbst erschließen muss, um ein tieferes Verstehen zu gewährleisten. Ein solches aktives Lernen ergibt sich zum einen aus einer aktiven Interaktion der Lernenden mit ihrer (Lern-) Umgebung und der damit verbundenen Abstimmung von Wissensstrukturen auf Seiten eines Lernenden und den Informationen der (Lern-)Umwelt (vgl. RORTY, 1991). Zum andern entwickelt sich Wissen im sozialen Disput durch die Bewertung von Informationen und den Austausch eines Individuums mit anderen (VON GLASERSFELD, 1989).

Gerade die Gestaltung primär rezeptiver Lernangebote wird diesen grundlegenden Mechanismen des Lernens nicht gerecht. Es sind vielmehr Lernumgebungen gefragt, die einen ak-

tiven Problemlöseprozess erfordern. Nach SAVERY UND DUFFY (1995) sollten Lernumgebungen die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- Alle Lernaktivitäten sollten innerhalb eines breiteren Rahmens oder Problembereiches angesiedelt sein, der dem Lernen selbst überhaupt eine Perspektive oder einen Zweck zuordnet.
- Innerhalb dieses Rahmens sollten der Komplexität der Realität angemessene und authentische Problemstellungen als Motor des Lernprozesses verwendet werden.
- Lernende sollten die Möglichkeit haben den Lernprozess selbst zu verwalten und zu planen sowie die Eigenverantwortlichkeit für Problemlöseprozesse zu übernehmen.
- Eine Lernumgebung sollte dazu animieren, aktiv zu wirken und zu reflektieren, anstatt nur zu repetitieren, Hypothesen zu entwickeln und zu testen und über das Gelernte und den Lernprozess zu reflektieren.
- Lernende sollten im Austausch mit der (sozialen) Umwelt andere Perspektiven einnehmen können und mit anderen Lernenden kommunizieren (vgl. auch SCARDAMALIA & BEREITER, 1994).

Einer der prominentesten Ansätze, der einige dieser Eigenschaften aufweist, ist die Cognitive Flexibility Theory (SPIRO & JEHNG, 1990). Bei diesem Ansatz steht das Lernen unter multiplen Perspektiven anhand von Hypermedien im Zentrum. Gerade der nicht-lineare Zugriff auf Informationen ermöglicht Lernenden, eine aktive Selbststeuerung des eigenen Vorgehens. Durch die nicht-lineare und multiple Anordnung von Informationen, wird Lernenden die Möglichkeit gegeben, sich auf Basis ihres Vorwissens eigene Navigations- und Wissenspfade zu erschließen. Dabei ist ein wesentlicher Kernaspekt, die Integration verschiedener Perspektiven. Erst durch eine multiperspektivische Betrachtung von Sachverhalten kann letztlich ein flexibles Wissen resultieren, das auch auf andere Situationen inner- und außerhalb von Unterrichtssituationen transferiert werden kann.

Ein angewandtes Beispiel für ein solches Informationsangebot ist der Encarta Weltatlas von Microsoft (Microsoft, 2000, vgl. Abbildung 1). Nutzer haben hier die Möglichkeit, selbst im Programm zu navigieren und je nach Interessenslage verschiedene Bereiche der Erde zu erkunden. Dabei können biologische, kulturelle, politische und andere Besonderheiten unseres Planeten erkundet werden. Dies ermöglicht den Lernenden, einen Zugriff zu räumlichen Daten unter Einbezug verschiedener Disziplinen zu erlangen. Gleichzeitig können auf diese Weise multiple Perspektiven beispielsweise über ein Land oder eine Region aufgebaut werden, welche die kognitive Flexibilität von Lernenden erhöhen kann. Ein topographisches Grundraster kann demzufolge über den Umweg einer räumlichen Problemstellung aufgebaut werden. Die Verfügbarkeit verschiedenster Informationen aus unterschiedlichen fachlichen Disziplinen, erleichtert auch das Anknüpfen an unterschiedliches Vorwissen und unterschiedliche Interessen. So kann zum Beispiel der Einstieg in eine räumliche Problemstellung über Biologie, Kulturwissenschaft oder andere Disziplinen erfolgen.

Aktives, exploratives Lernen setzt voraus, dass die Lernenden ein oder mehrere Ziele verfolgen. Auch wenn solche Ziele aus dem eigenen Interesse heraus resultieren können, kann ein Problemlöseprozess durch implizite oder explizite Zielvorgaben erfolgen. Insbesondere dann, wenn das Vorwissen von Lernenden zu gering ist, um eigene Explorationsziele zu

identifizieren oder generelle Fertigkeiten im Bereich des selbstgesteuerten Lernens fehlen, ist ein Mindestmaß der Lernerunterstützung durch instruktionelle Komponenten notwendig.



Abb. 1: Microsoft Encarta Weltatlas

Man kann somit die Ziele eines Problemlöseprozesses durch explizite und durch implizite Vorgaben unterstützen und generieren. Bei expliziten Vorgaben bekommen Lernende klar eingrenzbar Problemlöse- bzw. Arbeitsaufgaben, die sie dann primär selbstgesteuert anhand vorgegebener Ressourcen zu bearbeiten haben. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe wäre: „Vergleichen Sie die Siedlungsverteilung am Nordrand der Alpen mit der Siedlungsverteilung am Nordrand der Schwäbischen Alb“. Auf den ersten Blick scheint diese Aufgabe mittels kartographischen Materials – sei es in gedruckter oder in digitaler Form – recht einseitig zu sein (z.B. Vergleich topographischer Daten und Flussläufen), kann aber durch Integration verschiedener Ressourcen aus anderen Disziplinen (z.B. Geschichte, Politik, Biologie etc) verschiedene Perspektiven integrieren. So kann Besiedlung als Resultat von Wasserversorgung und Mobilität vor und während der Industrialisierung betrachtet werden. Alte und zum Teil ausgestorbene Handwerksberufe können Lernenden optional in medial aufbereiteter Form zur Verfügung stehen, geologische Strukturen und Bodenschätze können hier integriert werden, die regional spezifische Flora und Fauna etc. Durch die Vernetzung von Informationen können Lernende mit unterschiedlichen Wissens- und Interessenslagen, neuen Informationen *Bedeutung* zuschreiben und Zusammenhänge erkennen. Dies erhöht

im Gegensatz zu einer rein passiven und monodisziplinären Wissensvermittlung die Wahrscheinlichkeit, dass Lernende auch aktiven Zugriff auf dieses Wissen nehmen können.

Eine weniger direktive Form der Zielvorgabe ist die Integration von Lehrzielen in weniger transparente Problemformate wie dies bei expliziten Aufgaben der Fall ist. Beim so genannten problemorientierten oder problembasierten Lernen werden solche komplexen Problemstellungen zur Förderung eines selbstgesteuerten Lernens vorgegeben (vgl. BARROWS, 1985; ZUMBACH, 2003). Problemstellungen dieser Art sind in der Regel authentisch, d.h. sie haben Bezug zum Alltagsgeschehen, haben in der Regel keine eindeutige Lösung und erfordern zur Erarbeitung eines oder mehrerer Lösungsansätze die Berücksichtigung und Integration verschiedener Disziplinen. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe könnte lauten: „Die Chinesische Wirtschaft expandiert wie derzeit keine andere der Welt. Aufgrund des hohen Wachstums ist auch ein enorm hoher Energiebedarf zu decken. Können Sie der chinesischen Regierung auf Basis gegenwärtiger Entwicklungen Vorschläge zum Kraftwerkbau machen?“. Eine Problemstellung wie diese ermöglicht sowohl die Integration gegenwärtiger Ereignisse als auch unterschiedlichster Disziplinen und Betrachtungsweisen. Visualisierungen wie topographische Landkarten, Satellitenbilder, Simulationen, Videoaufzeichnungen und vieles mehr sind hier schon notwendig, um überhaupt erst die Ausgangslage zu erfassen. Zur Erarbeitung verschiedener Lösungswege gehört die Berücksichtigung der Bevölkerung und ihrer Struktur, den geographischen, topographischen und geologischen Besonderheiten.

Anhand gegenwärtiger Projekte wie dem Bau des Neun-Schluchten-Dammes können Vergleiche mit anderen Energieformen wie z.B. Wind-, Solar- oder Kernenergie gemacht werden. Die Lokalisierung geeigneter Standorte für verschiedene Kraftwerkstypen (z.B. Erdbebensicherheit bei Nuklearkraftwerken oder Staudämmen) macht hier die genaue Erkundung anhand von Geoinformationssystemen notwendig. In der Regel sind problemorientierte und problembasierte Lernumgebungen immer kollaborative Szenarien. Lernende bearbeiten solche Problemstellungen in Kleingruppen. Dies ermöglicht zum einen je nach Komplexität des Problems eine Arbeitsteilung, zum anderen wird durch das Argumentieren für oder gegen einzelne (Teil-)Lösungsvorschläge Wissen expliziert und ggf. elaboriert. Darüber hinaus wird man beim Lernen in der Gruppe nahezu automatisch mit unterschiedlichen, multiplen Perspektiven konfrontiert.

Das obige Beispiel soll verdeutlichen, dass man Geoinformation nicht nur ihrer selbst willen, sondern auch bedeutungsgebend in einem übergreifenden Sinne für Lehr-Lernzwecke einsetzen kann. Geoinformationssysteme stehen hier nicht im Mittelpunkt des Lerngeschehens, sondern reihen sich in einen Kanon an Lernwerkzeugen ein. Ohne diese Werkzeuge können die Ziele eines problemorientierten Unterrichts nicht erreicht werden.

Allerdings ist einschränkend zu bemerken, dass die Lernerfreiheit beim problemorientierten Lernen durchaus auch Grenzen haben kann. Sind Lernende überfordert oder schweifen zu weit vom eigentlich intendierten Problemlösekurs ab, ist auch weiterhin ein Eingreifen des oder der Lehrenden notwendig.

4.2 Aktives Erweitern von Informationssystemen

Eine weitere Möglichkeit, Lernende aktiv in ein Lerngeschehen einzubinden ist es, sie aktiv zu Produzenten ihres eigenen Lernmaterials zu machen. Ähnlich wie beim Computer Supported Intentional Learning (CSILE, vgl. SCARDAMALIA & BEREITER, 1994) erlauben rezente Technologie nicht nur das Rezipieren, sondern auch das aktive Editieren von Informationssystemen. CSILE ist an sich ein netzwerkfähiger Hypertext, in den Lernende ursprünglich Text und Grafik einfügen konnten. Das Interessante an dem CSILE-Ansatz ist aber weniger seine technische Seite, sondern die Nutzung für Lernzwecke. Ein typisches CSILE-Klassenzimmer besteht aus vernetzten Computern. Zu Anfang einer Lerneinheit ist eine CSILE-Datenbank leer. Die SchülerInnen bekommen die Aufgabe, sich innerhalb eines bestimmten Zeitraums (Tage bis Wochen) in ein Thema einzuarbeiten. Die Schüler beginnen nun, einen gemeinsamen Wissensbestand aufzubauen. Dieser Prozess des kollektiven Wissensaufbaus ähnelt dabei sehr dem Schreiben für wissenschaftliche Zeitschriften: Schüler entwickeln Theorien und Hypothesen zur Lösung von Problemen, die ihnen in groben Zügen vom Lehrkörper nahe gelegt wurden. Ein Problem könnte z.B. die Identifikation von Ursachen der globalen Klimaerwärmung sein. Schüler „publizieren“ ihre Theorien und Hypothesen in Form von Datenbankeinträgen. Mitschüler reagieren auf diese Publikationen mit Kommentaren, z.B. Verbesserungsvorschlägen und neuen Hypothesen. Allmählich entstehen auf diese Art und Weise eine Reihe von „Veröffentlichungen“, auf die sich die Klasse insgesamt einigen konnte. Neben dem Schreiben von Hypothesen und Kommentaren, die allen zugänglich sind, führen die Schüler auch Aufgaben alleine oder in Untergruppen durch. Solche Aktivitäten können beispielsweise aus der Suche nach einschlägigen Quellen in Bibliotheken bestehen.

CSILE ist technisch nicht besonders aufwändig. Dennoch ist es pädagogisch eine deutliche Abkehr vom klassischen (Gruppen-)Unterricht. Zunächst werden keine Lernunterlagen zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus laufen die meisten Dialoge zwischen den Schülern ab und nicht zwischen Schülerinnen und Lehrkörper. Die gemeinsame Arbeit an einem (hypermedialen) Produkt wirkt zudem sehr motivierend und das über den zeitlichen und räumlichen Kontext des Klassenzimmers hinaus. In gewissem Maß kompensiert dieses gemeinsame Produkt „kustodiale“ Maßnahmen; so kann in CSILE auf die Gruppenarbeit strukturierende Anleitungen und eine didaktische Vorbereitung des Lernmaterials verzichtet werden (vgl. REIMANN & ZUMBACH, 2001).

Ein neueres Beispiel, wie die CSILE-Vorgehensweise mit aktuellen Technologien realisiert werden kann, ist Google Earth (GOOGLE, 2006; vgl. Abbildung 2). In diesem Informationssystem können Satellitenaufnahmen durch eigene Annotationen, Bildaufnahmen, Kommentare, Wikipedia-Artikel etc. ergänzt werden. Durch Schulpartnerschaften oder schulinterne Projekte in Kleingruppen können Lernende ihre eigenen Interessen entfalten und sich aktiv als Materialproduzenten engagieren. Wissen wird hier nicht mehr rezipiert oder repetitiert, sondern in Form tangibler Artefakte produziert (SMITH, 1994). Lernende können somit ihren eigenen Lernerfolg nicht nur anhand von Noten sehen, sondern in Form bestehender, eigener Produkte.

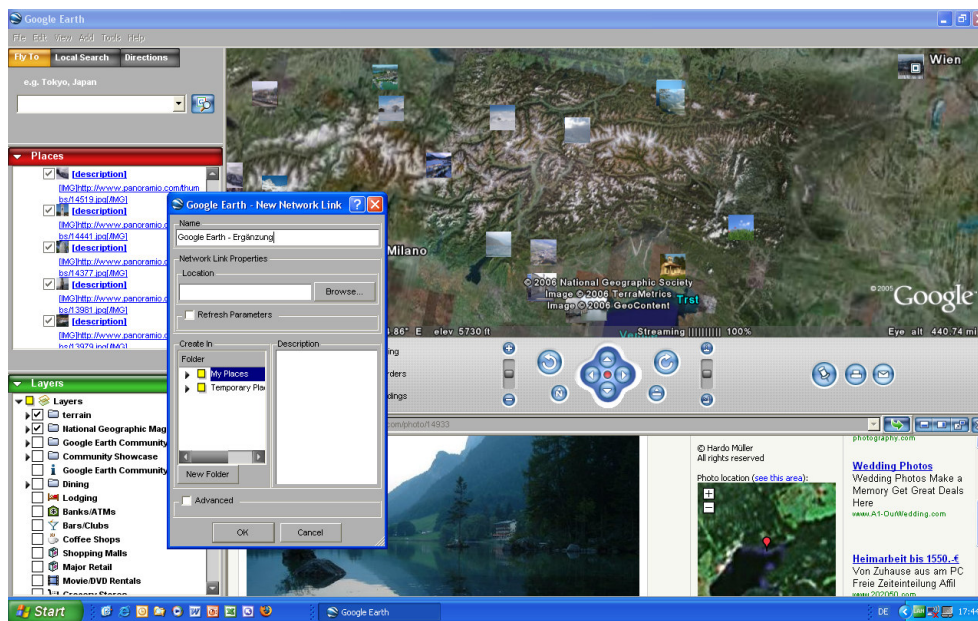


Abb. 2: Google Earth als editierbares Informationssystem

5 Ausblick

Die vorgestellten Ansätze zeigen Möglichkeiten des problembasierten Lernens mittels digital verfügbarer Geoinformation auf. Diese betten Geoinformation als eine wesentliche Unterstützung zur Lösung der vorgestellten Probleme ein. Es wird davon ausgegangen, dass diese selbstgesteuerten und offenen Lernprozesse erheblich zur Transfermöglichkeit des erworbenen Wissens beitragen. Darüber hinaus werden allgemeine Kompetenzen - etwa die eigenständige Strukturierung verfügbarer Information – befördert, die in klassischen, lehrerzentrierten Lernumgebungen eher vernachlässigt werden.

Weitere technologisch vermittelte Ansätze zur Integration von Geoinformation können mittlerweile auch die Grenzen institutionalisierter Computerräume verlassen. Im Sinne eines „ubiquitous computing“ (vgl. HSI, 2003; ROSCHELLE & PEA, 2002) ermöglichen es Hand-Held PCs oder bereits neuere Mobiltelefone, Geoinformation überall dabei zu haben. So können auch bei Exkursionen aktuelle problemorientierte Fragestellungen direkt vor Ort anhand von wissenschaftlichen Daten und digitalen Lehr-Lernsystemen bearbeitet werden. Auch die Integration bereits bekannter Medien wie Landkarten oder Globen in technologisch inszenierte Lernumgebungen sind hier denkbar: Der im wahrsten Sinne „begreifbare“ Globus kann durch entsprechende Schnittstellen mit interdisziplinären (Geo-) Informationssystemen zusammengeschlossen werden und so alternative Zugangswege zu digitalen Ressourcen schaffen. Bekanntes kann auf diese Weise mit Neuem verknüpft werden und so eine sanfte Überleitung zwischen echter und virtueller Realität erfolgen (vgl. UNTERBRUNER, 2004). Auf diese Weise kann die analoge Welt durch virtuelle Zusätze bereichert und im

Sinne einer *Augmented Reality* erweitert werden (vgl. KRAAK, 2005). So sind hier Exkursionen denkbar, bei denen beispielsweise Daten des Global Positioning Systems (GPS) am „echten“ Standort mit Daten eines Geoinformationssystems verbunden werden. Lernende können so authentische Erfahrungen machen, die mit Hilfe neuer Technologien erweitert werden können. An dieser Schnittstelle zwischen physischer und digitaler Welt eröffnen sich weitere Möglichkeiten der fachdidaktischen Praxis wie Forschung.

6 Literatur

- BARROWS, H. S. (1985), *How to Design a Problem-Based Curriculum for the Preclinical Years*. - New York.
- BLOOM, B. S. (1956), *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. - New York.
- FUNKE, J. & ZUMBACH, J. (2006), Problemlösen. In: H. MANDL & F. FRIEDRICH (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien*. Göttingen, S. 206-220
- GOOGLE (2006), Google Earth [computer program]. Web: <http://earth.google.com> (20.4.06)
- HSI, S. (2003), A study of user experiences mediated by nomadic web content in a museum. In: *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(3), pp. 308-319.
- JEKEL, T. (2006, in Druck), *In die Räume der GW-Didaktik. Briefe einer Reise*. – Wien (= Materialien zur Didaktik der Geographie und Wirtschaftskunde).
- KRAAK, M.-J. (2005), Cartography and geo-information science: an integrated approach. In *Proceedings of the Eighth United Nations Regional Cartographic Conference for the Americas*. New York, 27 June-1 July 2005.
- KRON, F. W. (1993), *Grundwissen Didaktik*. - München.
- LAVE, J. & WENGER, E. (1991), *Situated Learning*. – Cambridge.
- LÖW, M. (2001), *Raumsoziologie*. – Frankfurt.
- MICROSOFT (2000), *Encarta Weltatlas 2000* [computer program].
- MIETZEL, G. (2001), *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens*. - Göttingen.
- MOURTOS, N.J., DEJONG OKAMOTO, N., & RHEE, J. (2004), Defining, teaching, and assessing problem solving skills. Paper presented at the 7th UICEE Annual Conference on Engineering Education, Mumbai, India, 9-13th February 2004.
- PAAS, F., VAN MERRIËNBOER, J.J.G., & ADAM, J.J. (1994), Measurement of cognitive load in instructional research. In: *Perceptual Motor and Skills*, 79, pp. 419-430
- PFLIGERSDORFFER, G. (in Druck), Computerprogramme und Internet. In: U. KATTMANN & H. GROPPENGIEßER (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie*. - Köln.
- PRINZ, W. (2005), Wahrnehmung. - In: H. SPADA (Hrsg.), *Lehrbuch Allgemeine Psychologie*. – Bern, S. 25-114.
- REIMANN, P. & ZUMBACH, J. (2001), Design, Diskurs und Reflexion als zentrale Elemente virtueller Seminare. – In: F. HESSE & F. FRIEDRICH (Hrsg.), *Partizipation und Interaktion im virtuellen Seminar*. - München, S. 135-163.
- REINMANN-ROTHMEIER, G., & MANDL, H. (2001), Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. - In: A. KRAPP & B. WEIDENMANN (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie*. - Weinheim, S. 601-646.
- ROSHELLE, J., & PEA, R. (2002), A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change CSCL. - In: *International Journal of Cognition and Technology*, 1(1), pp. 145-168.

- RORTY, R. (1991), Objectivity, relativism, and truth. – Cambridge.
- SAVERY, J. R. & DUFFY, T. M. (1995), Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist Framework. - In: Educational Technology, 35(5), pp. 31-37.
- SCARDAMALIA, M. & BEREITER, C. (1994), Computer Support for Knowledge-Building Communities. – In: The Journal of the Learning Sciences, 3(3), pp. 265-283.
- SMITH, J. B. (1994), Collective intelligence in computer-based collaboration. – Hillsdale, NJ.
- 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. - Hillsdale, NJ, pp. 163-205
- SWELLER, J. (1994), Cognitive Load Theory, Learning Difficulty and Instructional Design. - In: Learning and Instruction , 4, pp. 295-312.
- SWELLER, J., VAN MERRIËNBOER. J., & PAAS, F. (1998), Cognitive Architecture and Instructional Design. - In: Educational Psychology Review, 10(3), pp. 251-296
- UNTERBRUNER, U. (2004). Abenteuer im Wald: virtuell und real. - In: Unterricht Biologie, Heft 293, S.15-19.
- VON GLASERSFELD, E. (1989), Cognition, construction of knowledge, and teaching. - In: Synthese, 80, pp. 121-140.
- WEIDENMANN, B. (Hrsg.) (1991), Lernen mit Bildmedien. Psychologische und didaktische Grundlagen. - Weinheim.
- WEINERT, F. E. (2001), Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. – In: F. E. WEINERT (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen.- Weinheim, S. 17-31.
- WOODS, D.R., HRYMAK, A.N., MARSHALL, R.R., WOOD, P.E., CROWE, C.M., HOFFMAN, T.W., TAYLOR, J.D., WOODHOUSE, K.A., & BOUCHARD, C. (1997). Developing problem solving skill: The McMaster problem solving program. - In: Journal of Engineering Education, 86(2), pp. 75-91.
- ZUMBACH, J. (2003). Problembasiertes Lernen. - Münster.