

# *natureLe@rn* – Eine Studie zum problemorientierten Ökologieunterricht via Lernplattform „moodle“

*Ulrike Unterbruner, Georg Pfligersdorffer, Jörg Zumbach*

## **Zusammenfassung:**

natureLe@rn ist ein Online-Lernangebot zur Ökologie, welches für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II entwickelt wurde. Ausgehend von der Ökologie des Auwaldes wurden hier insgesamt acht verschiedene Module zu Themen wie der Stabilität und Variabilität von Ökosystemen, der Biodiversität, dem Konzept der Ökologischen Nische entwickelt. Das zugrunde liegende didaktische Design basiert dabei auf der Nutzung eines Inquiry-Based Learnings kombiniert mit instruktionellen und problemorientierten Komponenten. In verschiedenen Blended-Learning Szenarien wurde NatureLe@rn an schulischen Stichproben evaluiert. Dabei wurde quasi-experimentell eine problemorientierte mit einer instruktionalen Version verglichen. Die Ergebnisse belegen hinsichtlich des Wissenserwerbs positive Effekte bei beiden Bedingungen, wobei die instruktionelle Vorgehensweise dem investigativen Lernen überlegen war. Ferner zeigen die Befunde, dass insgesamt Lernende mit geringerem Vorwissen von natureLe@rn mehr profitieren als Fortgeschrittene. Verschiedene Lernereigenschaften nehmen zudem einen Einfluss auf den Lernerfolg, erklären aber nur einen geringen Anteil an Varianz.

## **Summary**

natureLe@rn is an online learning environment for High School students within the domain of contemporary ecology and environment. Based on the ecology of riparian forests eight different learning units were developed. Units cover topics like stability and variability of ecosystems, biodiversity, the concept of the ecological niche etc. Major instructional approaches of natureLe@rn were inquiry-based learning combined with lecture-based and problem-oriented modular components. In different blended-learning scenarios, we evaluated an implemented version of natureLe@rn at several schools. Mainly, an inquiry-based, problem-oriented approach was

compared with a primarily lecture-based version within a quasi-experimental design. Results suggest advantages of both approaches on parameters of knowledge acquisition. Furthermore, the findings indicate that learners with lower levels of prior knowledge benefit more from natureLe@rn than advanced learners. Different learner characteristics influence learning outcomes but explanation of variance is rather low.

## 1. Einleitung

natureLe@rn(\*) ist ein e-Learning Kurs zur Ökologie, der für die Sekundarstufe II entwickelt wurde. Ziel war es, mit diesen Lerneinheiten zum einen moderne Konzepte der Ökologie didaktisch umzusetzen und zum anderen die motivationalen und multimedialen Möglichkeiten einer internetbasierten Lernplattform für den Unterricht mit 16jährigen Jugendlichen zu nutzen.

Die Konzeption des natureLe@rn-Programms folgt einer Synthese aus mehreren didaktischen Ansätzen wie dem selbstorganisierten, entdeckenden Lernen und dem problemorientierten Lernen. Inhaltlich wurden bei natureLe@rn die folgenden acht Themen für den Biologieunterricht entwickelt:

1. Vom Kommen und Gehen des Wassers. Zur Entstehung und Erhaltung einer Au.
2. Warum man für Naturschutz die Sukzession manchmal manipulieren muss. Über Stabilität und Variabilität von Ökosystemen.
3. Zum Konzept der ökologischen Nische: Die Silberreiher in der Entenlacke.
4. Wer kontrolliert hier eigentlich wen? Über bottom-up- und top-down-Modelle in Biozönosen.
5. Bestens angepasst! Rückeroberung der Au durch den Biber & Co.
6. Down under water... oder: Was landet im Kescher? Über biologische Vielfalt in Binnengewässern.
7. Lässt sich ein Ökosystem "messen"? Über Biomonitoring - Messungen - Daten - und wissenschaftliche Aussagen.
8. Computergestütztes Planspiel: Wer profitiert von einem Natur(a) Schutzgebiet? Von der Bäuerin X, dem Wirt Y, der Ökologin Z und den Touristen AB.

Im Mittelpunkt der Evaluation standen die ersten drei Kurse. Der Zugang zu diesen Inhalten erfolgte über die Lernplattform „moodle“. Die Nutzung der online Inhalte wurde dabei im Sinne eines Blended Learning-Angebotes im Rahmen schulischer Lernaktivitäten konzipiert.

Dieser Beitrag soll einen Überblick über die didaktischen Grundlagen und die empirische Überprüfung verschiedener didaktischer Zugangsweisen zu authentischen ökologischen Problem- und Fragestellungen geben.

## **2. Theoretische Grundlagen**

### **2.1 E-Learning, Lernplattformen und Blended Learning im Unterricht**

Mit dem Einsatz von Online-Lernen via Lernplattformen verbinden sich viele hoffnungsvolle, aber auch unreflektierte Erwartungen. Eine der zentralsten ist wohl, dass damit schon per se innovative Lehr- und Lernformen verwirklicht würden. Tatsächlich ist aber oft das Gegenteil zu beobachten, wie Schulmeister (2001, 151) kritisiert: „Lernplattformen sind aus didaktischer Sicht und gemessen an der Qualität der Präsenzlehre ein historischer Rückschritt“. Viel zu oft würde entsprechend der technischen Konzeption dieses Mediums die Lernplattform lediglich als Content-sammler, als Ablage für Informationsmaterialien und Abgabeort für Hausaufgaben genutzt. Es überwiege eine „expositorische oder instruktionalistische Lehrform“ (153).

Trotz dieser Problematik erschließen Neue Medien aber auch ein großes Potential für Innovation, vorausgesetzt, ein adäquates mediendidaktisches Konzept ist vorhanden (vgl. Reinmann-Rothmeier 2003, 2005). So können Lernplattformen die Darstellung und Vermittlung von Wissen verbessern und bestimmte Formen des Lernens unterstützen. Entgegen der „Gleichschaltung“ im Frontalunterricht können Online-Inhalte durch adaptive und interaktive Gestaltung ein selbstgesteuertes und individualisiertes Lernen fördern (vgl. Leutner 2002). Die Multimodalität bzw. Multicodalität der Darstellung kann zudem unterschiedliche Verarbeitungsprozesse induzieren und damit Vorteile für das Lernen bieten (Mayer 2001; Weidenmann 1997). Zudem erlauben Lernplattformen mit Ihren Möglichkeiten wie Foren, Wikis oder Chats die Integration sozialer Prozesse. SchülerInnen können über ihre individuell geposteten Beiträge via Lernplattform kommunizieren, Stellungnahmen abgeben oder miteinander diskutieren. Gleichzeitig werden für Lehrende die

individuellen Leistungen in Form von Postings transparenter als im traditionellen Unterricht.

Zur Verwendung von Lernplattformen im schulischen Unterricht liegen kaum fundierte empirische Untersuchungen vor, wohl aber zahlreiche Erfahrungsberichte. Engagierte LehrerInnen beschreiben den Einsatz von Lernplattformen als sinnvolle Ergänzung zum Unterricht, die tendenziell motivierend und förderlich für selbständiges Lernen sei und sich von Vorteil für leistungsschwächere SchülerInnen erweisen würde.

In Schulen wird in der Regel mit Online-Lernmaterial im Sinne eines Blended Learning-Konzepts gearbeitet, d.h. in einer Verbindung von Online- und Präsenzlernphasen (Häfele & Maier-Häfele 2004, Reinmann-Rothmeier 2003, 2005).

Auch natureLe@rn wurde als solches Blended Learning-Angebot für die Integration von Online- und Präsenzphasen entwickelt. Als zentrales Übermittlungsmedium wurde hier die Lernplattform „moodle“ gewählt, weil sie allen österreichischen Schulen zur Verfügung steht. Arbeiten mit natureLe@rn beinhaltet Face-to-Face-Elemente, Arbeitsformen wie paper & pencil-Phasen, Experimente, ökologische Untersuchungen, Beobachtungen im Freiland und unterschiedliche sozialen Lernformen wie Gruppenarbeiten und einem Planspiel. Alle Unterlagen für Lernende wie Lehrende, seien es Druckvorlage oder interaktive Simulationen, stehen dabei online zur Verfügung. Durch dieses Angebot an verschiedenen didaktischen wie medialen Elementen kann der über mehrere Wochen gehende Biologieunterricht in eine dynamische Balance gebracht werden (im Sinne eines „e-Learning by interacting“; vgl. Reinmann-Rothmeier, 2003, 31-35). Eine zusätzliche Instruktion durch die LehrerInnen war nicht intendiert. Diese konnten sich in den „moodle“-Arbeitsphasen als Vermittler zurücknehmen und dafür stärker die Rolle als LernberaterIn wahrnehmen.

## **2.2 Problemorientierung**

Problemorientierung wird unter mehreren theoretischen Blickwinkeln als förderlich für den Wissenserwerbs betrachtet – im Bereich des Biologieunterrichts insbesondere in der Umweltbildung, Gesundheitsförderung, Ethikunterricht oder auch im Projekt- und

Experimental-Unterricht (vgl. Gropengießer & Kattmann 2006). Problemorientierte Lernumgebungen bieten sich da an, wo Wissensinhalte und Fertigkeiten erworben werden sollen, die auch in Problemsituationen angewendet und in Handlungen umgesetzt werden können. Anstelle der Vermittlung „fertiger“ Wissensstrukturen werden die Lernenden mit Problemsituationen konfrontiert (vgl. Gräsel 1997, 2000). Sie sollen ihr Wissen durch eigene Aktivitäten aufbauen sowie Fakten und Zusammenhänge möglichst selbständig erarbeiten. Diese aktive Rolle der Lernenden wird auch im wissensbasierten Konstruktivismus (vgl. z.B. Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001) ins Zentrum gerückt und mit der Forderung nach situiertem und möglichst authentischem Lernen unterstrichen. Durch gut gewählte Problemstellungen kann der Aufbau des Wissens in tatsächlichen wie auch fiktiven Anwendungskontexten stattfinden, wodurch „träges“ Wissen reduziert und die Anwendung des Wissens und die Problemlösefähigkeit der Lerner erhöht werden können (vgl. Renkl 1996). Im Problembasierten Lernen (vgl. Zumbach 2003, 2006) wird zudem das kollaborative Lernen in der Gruppe hervorgehoben.

Problembasierte Lernszenarien wurden vor allem im Bereich der Mediziner Ausbildung realisiert und untersucht. In Metaanalysen (Distlehorst & Robbs 1998, Vernon & Blake 1993) zeigte sich, dass problemorientiert unterrichtete StudentInnen bei der Reproduktion von (Fakten-)Wissen traditionell unterrichteten teilweise unterlegen waren, aber eine deutliche Überlegenheit hinsichtlich einer besseren Problemlösekompetenz vorweisen konnten.

Funke & Zumbach (2006) betonen, dass Problemlösen sowohl Methode als auch Ziel des Lernens ist. Problemlösen gilt als eine zentrale Schlüsselqualifikation, die durch entsprechende Lernumgebungen gefördert werden sollte. In allen Konzepten – von der Problemorientierung bis zum Problembasierten Lernen – kommt dem jeweiligen „Problem“, das entweder authentisch oder der Realität nachempfunden ist, als Ausgangslage und Basis für die Prozesse des Wissenserwerbs besondere Bedeutung zu (Zumbach 2003, 2006). Der Lernprozess wird damit idealiter in Richtung einer aktiven und zweckgerichteten Verhaltensweise gelenkt. Bei der Präsentation eines Problems via Lernplattform muss allerdings von einer indirekten Förderung ausgegangen werden, da hier das Problemlöseverhalten nicht Face-To-Face trainiert werden kann, sondern

Teil der Lernumgebung selbst sein muss (vgl. Funke & Zumbach 2006, 215f.).

Problemorientierung hat wesentlichen Einfluss auf die Auswahl der Inhalte und Aufgabenstellungen. Übergänge zwischen Problemorientierung einerseits und Gegenstandsorientierung andererseits sind teilweise fließend. Je nach Voraussetzungen der Lernenden, je nach Lernumfeld und Umsetzungsart kann Instruktion in unterschiedlichem Ausmaß gegeben werden. Beim Arbeiten mit Content via Lernplattform wie im vorliegenden natureLe@rn-Programm ist das Ausmaß der Instruktion und damit auch die Fremdsteuerung der Lerner relativ hoch. Bei der Erarbeitung der Problemlösung werden die Lerner durch die Lernplattform stärker dirigiert, was Nachteile (ggf. Ausschluss interessanter Themen) wie auch Vorteile (ggf. stärker zielgerichtetes Arbeiten an der Aufgabenstellung) mit sich bringt.

### **2.3 Inhalte von natureLe@rn**

natureLe@rn wurde so gestaltet, dass neben der Darstellung einer zeitgemäßen und aktuellen Ökologie, sowohl dem Blended Learning-Ansatz als auch einer problemorientierten und situierten Vermittlung andererseits entsprochen werden konnte. Das zentrale Thema der Unterrichtseinheit, die hier entwickelt wurde, ist die Ökologie bestimmter biologischer Systeme in insgesamt acht Kursen. Die inhaltliche Darstellung folgt thematischen Schwerpunkten zur Aut-, Dem- und Synökologie. Hierbei kommen moderne ökologische Konzepte, wie patch dynamics und Ungleichgewichtsökologie (vgl. Townsend u. a. 2002) ebenso zum Tragen wie Aspekte der Nachhaltigen Entwicklung im Sinne der Agenda 21 (UNCED 1992).

Die Donauauen im oberösterreichischen Machland, einer der letzten „europäischen Dschungel“ und Natura2000-Schutzgebiet, bilden den konkreten Ausgangspunkt für eine intensive Beschäftigung mit den Grundlagen der Ökologie. Am Beispiel dieses Lebensraumes sollten die Jugendlichen motiviert und befähigt werden, sich mit der Gestaltung von Natur und Umwelt auseinander zu setzen. Wissen über Entstehung und Erhaltung von Lebensräumen, über ökologische Zusammenhänge und das Spannungsfeld Ökologie/Ökonomie sollte als brauchbares „Werkzeug“ erlebt werden, um im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung über die

Gestaltung (Erhaltung) von Natur wissenschaftsbasiert entscheiden zu können (Gestaltungskompetenz; vgl. z.B. De Haan 2007). Um diese Entscheidungskompetenz fördern zu können, müssen auch spezifische Schülervorstellungen bezüglich der Stabilität und Variabilität von Ökosystemen (vgl. Sander 2003) wie auch didaktische Interventionen zur Förderung einer „conceptual reconstruction“ berücksichtigt werden (vgl. Kattmann 2005; Krüger 2007; Sander u.a. 2006).

Eine Möglichkeit, einen erfolgreichen konzeptuellen Wandel bzw. aktive Problemlösekompetenz zu fördern, ist die Integration von Lernmaterialien in authentische Problemlösekontexte. Entsprechend werden Themen der allgemeinen Ökologie in *natureLe@rn* so oft als möglich an das konkrete Natura2000-Schutzgebiet „angedockt“, d.h. die Entstehung und Erhaltung von Ökosystemen wird am Beispiel dieser Donau-Au behandelt und Gestaltungskompetenz mittels lokaler Problemstellungen trainiert. Diese situieren Anwendungs-komponenten (vgl. Reinmann-Rothmeier et al. 1994, 46f.) verdeutlichen die Relevanz des zu erwerbenden Wissens für die Gestaltung von Natur und Umwelt.

Jede Lerneinheit beginnt zudem mit einer problemorientierten Fragestellung, deren Lösung von den SchülerInnen zu erarbeiten ist. So wird zum Beispiel der Kurs „Zum Konzept der Ökologischen Nische“ mit folgendem authentischen Szenario (Problem) eingeleitet:

„Seit etwa 10 Jahren tauchen in der Donau-Au Silberreiher auf, werden dort zunehmend heimisch und verändern innerhalb weniger Jahre ihr Zugverhalten, teilweise sogar ihre Nahrungsgewohnheiten vom reinen Fischfänger hin zum Mäusefresser. Welche Faktoren sind es nun, die dieses veränderte Migrationsverhalten der Silberreiher hervorrufen?“

Aufgabe der SchülerInnen ist es hier, eigene Hypothesen für dieses Phänomen aufzustellen, sich Informationen allgemein-ökologischer Art (Ökologische Nische) wie auch über Biologie und Ökologie der Silberreiher im Besonderen zu erarbeiten. In weiteren Arbeitsschritten werden die SchülerInnen mit zusätzlicher ökologischer Fachliteratur zur Überprüfung/Hinterfragung ihrer Hypothesen konfrontiert. Dass am Ende der Lerneinheit keine „richtige“, wenngleich mehrere plausible Problemlösungen entwickelt werden, entspricht sowohl dem Stand der wissenschaftlichen Diskussion als auch dem Konzept der Problemorientierung.

### **3. Fragestellungen**

Im Gegensatz zu experimentellen Laborstudien ist der Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechnologien in der Feldforschung deutlich erschwert. Während die Validität der Untersuchung gegenüber experimentellen Arbeiten steigt, ist die Reliabilität der Vorgehensweise vergleichsweise als geringer einzuschätzen. In dieser Arbeit war es ein zentrales Anliegen, durch eine quasi-experimentelle Feldstudie die Effekte unterschiedlicher Interventionsstrategien innerhalb von natureLe@rn zu untersuchen.

Konkret wurden folgende Aspekte und Forschungsfragen hier untersucht:

- Welche Konsequenzen ergeben sich für den Wissenserwerb bei der Bearbeitung dieses netzbasierten Lernangebotes?
- Wie ist die Akzeptanz von natureLe@rn und dem Arbeiten mit der Lernplattform „moodle“?
- Welche Unterschiede ergeben sich beim Wissenserwerb im Vergleich von primär inquiry-basiertem, problemorientiertem Zugang und eher instruktionsorientierter Konzeption der Kurse?
- Welchen Einfluss nehmen Lernereigenschaften auf die Performanz in Hinblick auf Lernstrategien und Lernpräferenz der Schülerinnen und Schüler.

### **4. Untersuchungsdesign und Methoden**

Das Programm natureLe@rn wurde in einer ersten Evaluationsphase formativ mit einzelnen Schulklassen evaluiert, wobei hier vorwiegend Verständlichkeit und Schwierigkeit der Lernangebote analysiert wurde. Nach der Überarbeitung der Kurse fand mit 21 Schulklassen österreichischer Gymnasien (10. Schulstufe) ab Frühjahr 2007 die summative Evaluation mit insgesamt 3 Kursen statt. 16- bis 17jährige SchülerInnen und Schüler arbeiteten mit natureLe@rn in ihren regulären Biologiestunden in einem Ausmaß von ca. 10 bis 11 Unterrichtsstunden. Es nahmen insgesamt 436 Jugendliche an der Untersuchung teil (55% Mädchen).



In zwei von diesen insgesamt drei Kursen wurde der Einfluss eines variierten didaktischen Konzeptes untersucht: eine problemorientierte (inquiry-basiert) Variante wurde mit einer instruktionsorientierten (instruktionell) Variante verglichen. Die Inhalte waren hierbei identisch und die SchülerInnen mussten in beiden Versionen weitgehend selbständig Wissen via Texte, Internet-Recherchen und Videos erwerben sowie Aufgabenstellungen in „moodle“ bearbeiten. Während aber in der instruktionellen Bedingung die Präsentation der Inhalte und Aufgaben gegenstandsorientiert war, wurde der Wissenserwerb in der inquiry-basierten Bedingung durch das jeweilige Problem geleitet. Die SchülerInnen mussten im problemorientierten Kurs eigene Hypothesen bilden, ihre Ergebnisse kommentieren und ihre Meinungen, Ideen und Ergebnisse in den „moodle“-Foren diskutieren.

Folgender Untersuchungsplan lag diesem einfaktoriellen quasi-experimentellen Design zugrunde:

4 Wochen vor dem Unterricht wurden mittels standardisierter Tests Lernermerkmale erhoben, die hinsichtlich des Arbeitens mit einer Lernplattform grundsätzlich als relevant angesehen werden: Lernstrategien (LIST; Wild & Schiefele 1994), Lernpräferenz (LPS; Neber 1994), Selbstkonzept bezüglich schulischer Leistung (SESSKO; Schöne u.a. 2002) und Motivation (FAM; Rheinberg u.a. 2001). Ergänzend wurde nach schulischen Leistungen und Computerkompetenzen gefragt. Nach Abschluss des netzbasierten Unterrichts wurden die Lernermerkmale nochmals erhoben.

Der Wissenserwerb wurde durch einen Prä-Post-Vergleich erfasst. Bei den Fragen (offene und Multiple-Choice-Fragen) wurde im Sinne der Bloom'schen Taxonomie zwischen Wissen (knowledge), Verständnis (comprehension) und Anwendung (application) unterschieden. Zur Erfassung des Transfers wurden in die Nachtests zusätzliche Problemlöseaufgaben integriert, in denen das zuvor erworbene Wissen angewendet bzw. zur Problemlösung herangezogen werden sollte. Weiters wurden die SchülerInnen nach jedem Kurs bezüglich der kognitiven Belastung (adaptierter NASA-TLX; Hart & Staveland 1988) und der Bewertung der Kurse hinsichtlich Gestaltung und Inhalt befragt.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Wissenszuwachs durch die Bearbeitung der netzbasierten Lernangebote

Bedingt durch einzelne Ausfälle, liegen Daten nicht von allen Schülerinnen und Schülern zu allen Messzeitpunkten vor. Die in die Analyse einbezogenen Lernenden (N=305) erzielten im Vortest  $\bar{X}$  20,5 Testpunkte und im Nachtest  $\bar{X}$  26,4 von maximal 36 Testpunkten. Dies entspricht einem durchschnittlichen Wissenszuwachs von 28,6%. Mädchen erzielten etwas bessere Ergebnisse als Jungen (26,9 zu 25,7 \*\*).

Zur Analyse des Einflusses vom Vorwissen auf Wissenserwerbsprozesse unter den hier geschilderten Rahmenbedingungen wurden die Probanden nach ihren Leistungen in den Vortests in drei Cluster geteilt. Wie Abbildung 1 zeigt, korreliert das ökologische Ausgangswissen deutlich mit der erzielten Leistung im Nachtest. Je besser die SchülerInnen im Vortest abschneiden, umso höher fällt auch ihr Wissen in Nachtest aus ( $r=0,43^{**}$ ). Darüber hinaus lassen die Daten erkennen, dass SchülerInnen mit einem geringeren ökologischen Ausgangswissen durch dieses e-Learning Programm eine besondere Förderung erfahren haben. SchülerInnen des unteren Drittels haben einen relativ höheren Lernzuwachs als jene des oberen Drittels ( $r= - 0.53^{**}$ ).

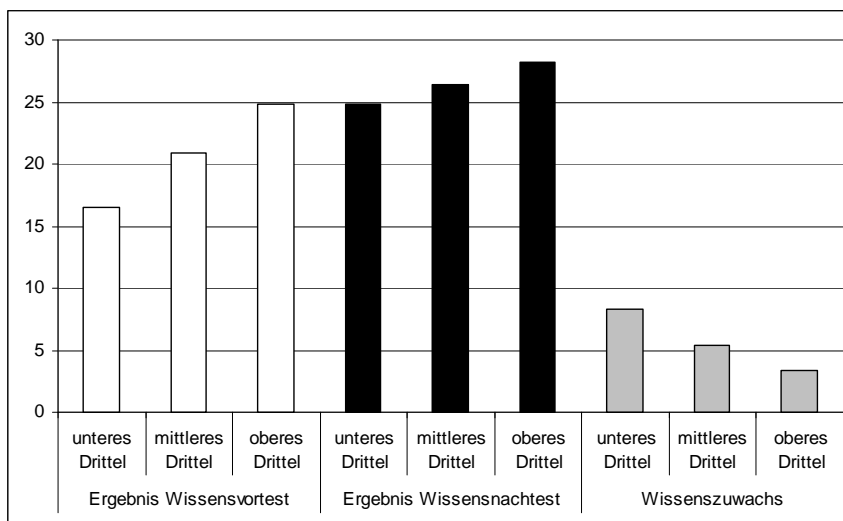


Abb. 1: Nach dem Vorwissen in drei Cluster geteilte Gruppen mit ihren Ergebnissen im Vor- und Nachtests sowie ihrem Lernzuwachs.

## 5.2. Subjektive Bewertung von natureLe@rn und „moodle“

Die subjektive Bewertung der Lernenden hinsichtlich der Arbeit mit der Lernplattform und natureLe@rn zeigte im Bereich der Technologieunterstützung eine überdurchschnittliche Bewertung.

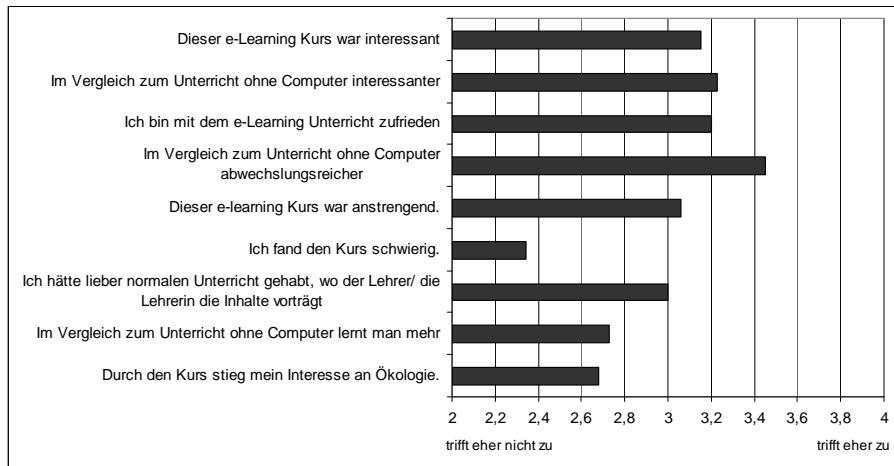


Abb. 2: Einschätzung der SchülerInnen

Eher unterdurchschnittlich wurde der subjektive Lernerfolg im Vergleich zum traditionellen Unterricht und dem Interesse an der Thematik bewertet (vgl. Abb. 2). Diese Form des Unterrichts wird im Vergleich zum „normalen Unterricht“ tendenziell als abwechslungsreicher beurteilt. Allerdings glauben die SchülerInnen nicht, dass man auf Grund des PC-Einsatzes mehr lernen würde. Auch ist ihrer Meinung nach die Ökologie dadurch weder spannender aber auch nicht uninteressanter geworden.

Abbildung 3 zeigt, dass SchülerInnen mit höherem Vorwissen nach dem 1. Kurs ein größeres Interesse für die behandelten Inhalte zeigen. In weiterer Folge kommt es bezogen auf die drei Gruppen zu einer Annäherung des Interesses, während die Schwierigkeit über die Zeit unterschiedlich erlebt wird. Probanden mit weniger Vorwissen empfinden die Kurse schwieriger als jene, die bessere Resultate erzielt haben. Mit einer vergleichbaren Tendenz fächert sich auch die Akzeptanz auf. Auf etwa gleichem Niveau beginnend fällt die Akzeptanz des unteren Drittels deutlich gegenüber dem mittleren und oberen Drittel ab.

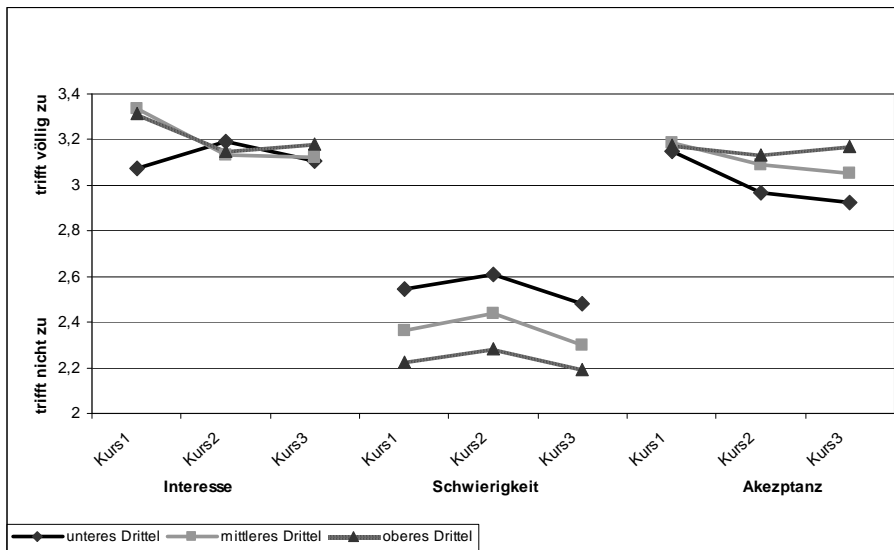


Abb. 3: Subjektive Einschätzungen im Verlauf der 3 Kurse

### 5.3 Inquiry-basiertes Lernen versus Instruktionsorientierung

Zum Vergleich zwischen eher problemorientiertem, inquiry-basiertem Lernen und instruktionalen Kurs-Varianten wurde eine Varianzanalyse mit Messwertwiederholung berechnet. Hier ergab die Analyse einen signifikanten Haupteffekt beim dem Ergebnis des Wissenstest (beide Gruppen konnten sich deutlich steigern;  $F(1, 339) = 534,76$ ;  $p < 0.001$ ) als auch eine signifikante Interaktion ( $F(1, 339) = 22,26$ ;  $p < 0.001$ ). Es zeigte sich, dass vor dem Treatment bereits systematische Unterschiede zwischen beiden Gruppen vorherrschten, wobei sich die instruktionsorientierten Gruppen hier dann entsprechend mehr steigern konnten. Eine detailliertere Analyse der Ergebnisse der Wissenstests zeigte, dass Probanden, die instruktional unterrichtet wurden in den Bereichen des Faktenwissens und Verstehens gegenüber der Vergleichsgruppe bessere Ergebnisse erzielen konnten (siehe Abb. 4). Bei der Kategorie „Anwendung des Wissens“ gab es keine Unterschiede. Insgesamt zeigen die Analysen hier allerdings, dass diese Unterschiede nur mit sehr geringen Effektgrößen einhergehen. Die weitaus größte Erklärung der Varianz resultiert aus dem globalen Vergleich zwischen Vor- und Nachtest.

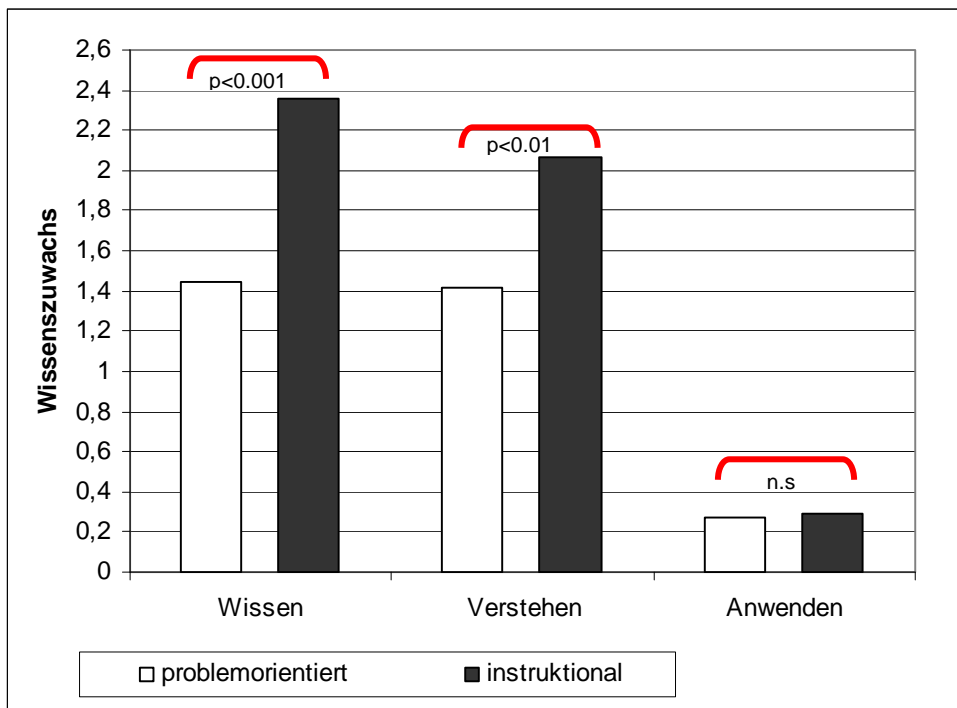


Abb. 4: Vergleich der Wissenszuwachsrate je Treatment.

#### 5.4 Einfluss von Lernereigenschaften auf die Performanz

Die erhobenen Lernereigenschaften lassen nur zum Teil Schlüsse auf die Lernperformanz zu.

Signifikante Korrelationen sind zwischen der Lernperformanz einerseits und den Faktoren Selbstkonzept, Interesse, Erfolgswahrscheinlichkeit und Durchschnitt der bisherigen Schulnoten (Deutsch, Englisch und Mathematik) andererseits zu erkennen.

	Nachtest-Wissen	Wissenszuwachs	Transferaufgaben
SESSKO absolut	0,34**	0,07	0,21**
SESSKO Biologie	0,37**	0,23**	0,26**
FAM Interesse	0,35**	0,25**	0,27**
FAM Erfolgswahrscheinlichkeit	0,30**	0,12*	0,21**
Notendurchschnitt E-D-M	0,34**	0,12*	0,17**

Tab.:1: Korrelation von Lernereigenschaften mit der Performanz (zweiseitige Korrelationen nach Spearman, \*\* p < 0.01; \* p < 0.05)

SchülerInnen mit hoher Selbstkompetenz erzielen auch im Nachtest höhere Werte als jene mit weniger ausgeprägtem Selbstkonzept. Ähnlich hoch korrelieren auch das Interesse, die Erfolgswahrscheinlichkeit und der

bisherigen Notendurchschnitt. Auch die komplexeren Transferaufgaben zeigen einen signifikanten Zusammenhang mit diesen Lernereigenschaften. Im Bezug auf den Wissenszuwachs allerdings korrelieren nur das Selbstkonzept Biologie sowie das Interesse an diesem Fach sehr signifikant.

## **6. Diskussion der Ergebnisse:**

Grundsätzlich sprechen die Ergebnisse der Evaluation dafür, die aufwändige Entwicklung von didaktisch konzipiertem Content weiter zu verfolgen. Die Entwicklungen technologieunterstützten, online-basierten schulischen Unterrichtes muss insbesondere hinsichtlich der didaktischen Konzeptionen weiter geführt werden.

Computergestütztes Online-Arbeiten mit Lernplattformen (hier: „moodle“) kann zu einem modernen Biologieunterricht beitragen. In sozialen, webbasierten Interaktion und in Auseinandersetzung mit situierten Problemstellungen erwerben Schülerinnen und Schüler relevante Kenntnisse und Fertigkeiten. Besonders entscheidend dafür ist die Möglichkeit des eigenständigeren, stärker selbstgesteuerten Lernens mit individuellem Lerntempo.

Schülerinnen und Schüler mit schlechterem Vorwissen können besonders von dieser Lernform profitieren und erreichen vergleichsweise höhere Lernzuwachsrate. Eine vermutete Benachteiligung von Schülerinnen im Umgang mit diesen neuen Medien kann nicht festgestellt werden. Vielmehr schneiden Mädchen im Durchschnitt sogar etwas besser ab als ihre Kollegen.

Allerdings führt diese Form des computerunterstützten Ökologieunterrichts alleine noch nicht zur Begeisterung durch die Lernenden. Die Untersuchung zeigt, dass Schülerinnen und Schüler diesen Kursen vorsichtig positiv gegenüber stehen. Akzeptanz, Interessensbekundung und empfundene Schwierigkeit liegen vorwiegend im durchschnittlichen Bereich.

Der deutliche Zusammenhang von Interesse und Wissen im Nachtest entspricht den Erwartungen (vgl. Interessensdoktrin, Berck 2005, S. 81ff.) ebenso wie der negative Zusammenhang zur empfundenen Schwierigkeit.

Die Ergebnisse des Vergleichs der problemorientierten und instruktionsorientierten Kurse entsprechen durchaus auch anderen wissenschaftlichen Untersuchungen (vgl. Vernon & Blake 1993, Distlehorst & Robbs 1998). Dennoch überrascht es, dass die beiden didaktischen Treatments sich hinsichtlich der Lerneffekte nicht stärker voneinander abheben. Möglicherweise unterscheiden sich die beiden Kurs-Varianten zu wenig voneinander oder es wurden die Möglichkeiten der Lernplattform zur interaktiven Entwicklung und Reflexion von Wissensinhalten zu wenig genutzt. Hier gilt es, noch weiter an Aufgabenstellungen, Formen der Darstellung und didaktischer Konzeption zu arbeiten, um die Problemorientierung im Rahmen einer Lernplattform stärker zu akzentuieren.

Darüber hinaus kann eine weitere Ursache auch prinzipiell darin liegen, dass SchülerInnen (und LehrerInnen) problemorientiertes Lernen (und Lehren) nicht so vertraut ist wie das traditionelle instruktionale. So posteten SchülerInnen kurze, manchmal auch banale Aussagen und Lehrkräfte gaben zum Teil sehr unterschiedliche Rückmeldungen. Die Plattform spezifischen Möglichkeiten zur Interaktion und zum Feedback wurde von den weniger „moodle“-erfahrenen Lehrkräften kaum genutzt. Möglicherweise hat diese mangelnde Rückmeldung über die nicht entsprechende Leistung dazu geführt, dass die SchülerInnen die problemorientierten Kurs-Varianten sozusagen zu einer instruktionalen „verwässert“ haben. Hier erscheint es uns interessant und zielführend, in weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen eben diesem Feedback durch die Lehrkräfte nachzugehen.

Diese vielfältigen Einflussfaktoren erschweren die Evaluation sind aber auch wieder typisch für diese Art von Feldforschung. Dennoch spricht sehr vieles dafür, diese Lehr-/Lernprozesse im realen Umfeld zu beobachten, zu dokumentieren und für weitere Entwicklungen zu nutzen.

### **Anmerkung**

\*) natureLe@rn wurde von der Oberösterreichischen Landesregierung/Akademie für Umwelt und Natur finanziell unterstützt.

## Literatur

- Berck, K.H.(2005). Biologiedidaktik. Wiebelsheim: Quelle&Meyer.
- Funke, J. & Zumbach, J. (2006). Problemlösen. In: Mandl, H. & Friedrich, H.F. (Hrsg.). Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe, 206-220.
- De Haan, G. (2007). Transfer-21. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. <http://www.transfer-21.de> (29.11.2007).
- Distlehorst, L.H. & Robbs, R.S. (1998). A Comparison of Problem-Based Learning and Standard Curriculum Students: Three Years or Retrospective Data. *Teaching and Learning in Medicine* 10,3,131-137.
- Gräsel, C. (1997). Problemorientiertes Lernen. Strategieanwendung und Gestaltungsmöglichkeiten. München: Hogrefe.
- Gräsel, C. (2000). Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. In: Bayrhuber, H. & Unterbruner, U. (Hrsg.). *Lehren und Lernen im Biologieunterricht*. Innsbruck: StudienVerlag, 186-194.
- Gropengießer, H. & Kattmann, U. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis.
- Häfele, H. & Maier-Häfele, K. (2004). *101 e-Learning Seminarmethoden*. Bonn: managerSeminare Verlags GmbH.
- Hart, S.G., & Staveland, L.E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of experimental and theoretical research. In Hancock, P.A. & Meshkati, N. (Eds.). *Human Mental Workload* (pp. 230-250). Amsterdam: North Holland.
- Kattmann, U. (2005). Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? In: *ZfDN* 11, 165-174.
- Leutner, D. (2002). Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: Issing, L.J. & Klimsa P.(Hrsg). *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. Weinheim: Beltz; 115-125.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia Learning*. New York: Cambridge Univ.Press.
- Neber, H. (1973)(Hrsg.). *Entdeckendes Lernen*. Weinheim – Basel: Beltz.
- Neber, H. (1994). Entwicklung und Erprobung einer Skala für Präferenzen zum kooperativen und kompetitiven Lernen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 41(4), 282-290.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Burns, B. D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen, *Diagnostica*, 47, 57-66.



- Reinmann, G. (2005). Blended Learning in der Lehrerbildung. Grundlagen für die Konzeption innovativer Lernumgebungen. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Reinmann-Rothmeier, G. (2003). Didaktische Innovation durch Blended Learning. Bern: Verlag Hans Huber.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, A. & Weidenmann, B. (Hrsg.). Pädagogische Psychologie. Weinheim: BeltzPVU, 601-646.
- Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H. & Prenzel, M. (1994). Computerunterstützte Lernumgebungen. Planung, Gestaltung und Bewertung. Hrsg. von Arzberger, H. & Brehm, K.-H., Erlangen: Publicis MCD Verlag.
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. Psychologische Rundschau, 47, 78-92.
- Sander, E., Jelemenska, P. & Kattmann, U. (2006). Towards a better understanding of ecology. Journal of Biological Education, 40, 3, 1-6.
- Schöne, C., Dickhäuser, O., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). Die Skalen zur Erfassung des schulischen Selbstkonzepts (SESSKO). Göttingen: Hogrefe.
- Schulmeister, R. (2003). Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Evaluation und Didaktik. München, Wien: Oldenbourg.
- Townsend, C.R., Harper, H.L. & Begon, M. (2002): Ökologie. Berlin, Heidelberg: Springer.
- UNCED (1992). AGENDA 21; Rio de Janeiro. Übersetzung hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/agenda21.pdf> (29.11.2007).
- Unterbruner, U. & Pfligersdorffer, G. (2007): naturLe@rn. Salzburg, Linz: IFFB-Fachdidaktik an der Universität Salzburg, Oö.Akademie für Natur und Umwelt, ([www.biologiedidaktik.at](http://www.biologiedidaktik.at)).
- Weber, A. (2007). Problem-Based Learning. Ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe. Bern: h.e.p. Verlag.
- Wild, K.-P. & Schiefele, U. (1994). Lernstrategien im Studium. Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie, 15, 185-200.
- Zumbach, J. (2003). Problembasiertes Lernen. Münster: Waxmann.

Zumbach, J. (2006). Problembasiertes Lernen: Überlegungen und Ansatz für eine lernerzentrierte Didaktik. In: Krampen, G. & Zayer, H. (Hrsg.). Psychologiedidaktik und Evaluation V. Göttingen: Hogrefe, 245-260.

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.