

ANGELA KROMBASS UND UTE HARMS

## Ein computergestütztes Informationssystem zur Biodiversität als motivierende und lernförderliche Ergänzung der Exponate eines Naturkundemuseums

### Zusammenfassung

Die Studie behandelt motivierende und lernförderliche Wirkungen eines computergestützten Informationssystems zur Biodiversität, das als Ergänzung der Exponate in einem Naturkundemuseum eingesetzt wird. Im Gegensatz zum häufigen Einsatz von Computerprogrammen in Museen liegen zu dessen Wirkungen kaum empirische Studien vor. An der Prä-Posttest-Fragebogenstudie mit Lernphase im Museum nahmen 148 Gymnasialschülerinnen und -schüler im Alter von 11 bis 15 Jahren teil. In Zweiergruppen lösten die Teilnehmer mit Hilfe des Computers und der Ausstellungsobjekte Arbeitsaufträge zum Thema Biodiversität. Dabei bestand bei einigen Aufgaben die freie Wahl des Informationsmediums. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Passung von Fähigkeiten und Anforderung (nach der Flow-Theorie von Csikszentmihalyi) für die Tätigkeiten am Computer und in der Ausstellung. Beide Medientypen wurden auf Selbstbestimmungsskalen von Deci und Ryan positiv beurteilt. Die Ausstellung erzeugte mehr Interesse und Vergnügen. Dagegen wurde der Computer für Recherchezwecke häufiger ausgewählt. Mit beiden Medien wurden mittelhohe Lernerfolge erzielt, die Effektstärken fielen beim Faktenwissen höher aus als beim konzeptuellen Wissen. Insgesamt wird deutlich, dass das Thema Biodiversität den Untersuchungsteilnehmern durch die gezielte Mediennutzung nahegebracht werden konnte. Das computergestützte Informationssystem kann als wirkungsvolle Ergänzung der Museumsobjekte angesehen werden.

Schlagwörter: Computer – Lernen im Museum – Motivation – Wissenserwerb – Biodiversität

### Abstract

The study examines the motivational and cognitive effects of a computer-based information system on biodiversity which aims at supplementing the exhibits of a natural history museum. In contrast to the frequent use of computer programmes in museums, this topic is addressed by relatively few empirical studies. 148 high school students aged 11 to 15 took part in the pre-post-test-questionnaire study which included a learning phase in the museum. The participants, grouped into pairs, answered worksheets on the topic of biodiversity by using the computer or the exhibition objects. On some tasks they had free choice between the media. The results show a balance between skills and demands (according to the flow theory of Csikszentmihalyi) for activities at the computer as well as at the museum exhibits. Both types of media were rated positively on Deci and Ryan's self-determination scales. The exhibits caused more interest and enjoyment than the computer, however the computer was more frequently selected for inquiry purposes. Medium-high learning outcomes were achieved with both media types, with higher effect sizes for factual knowledge in comparison to conceptual knowledge. In conclusion, the participants obtained a more comprehensive view of the topic of biodiversity by goal-oriented media use. The computer-based information system may be considered an effective supplement of museum exhibits.

Keywords: Computer – museum learning – motivation – knowledge acquisition – biodiversity

### 1 Einleitung

Computer werden als ein vielseitiges Medium in zahlreichen Museen eingesetzt. Sie geben den Besuchern die Möglichkeit, Informationen selbstgesteuert und interaktiv zu erlangen. Durch ihren Einsatz soll die Motivation gefördert werden, sich näher mit den Ausstellungsthemen zu befassen (Schmitt-Scheersoï & Vogt, 2005). Zugleich zielt der Besuch einer

informellen Bildungseinrichtung auch auf einen Informationsgewinn. Ob Computer einen Mehrwert im Museum darstellen, ist bisher in Hinblick auf motivationale und kognitive Faktoren noch unzureichend untersucht worden (vgl. Bartels & Hein, 2003). Kaum ein Museum verzichtet jedoch auf multimediale Informationstechnologie und speziell für Museen entwickelte Software. Inwieweit ein computer-

gestütztes Informationssystem zum Thema Biodiversität in einem modern gestalteten Naturkundemuseum die Forderungen nach Motivation und Wissenszuwachs erfüllen kann, ist Gegenstand dieser Untersuchung.

Biodiversität umfasst die Vielfalt der Lebensräume, der darin lebenden Organismen und ihrer Erbinformationen (Hobohm, 2000). Durch die Biodiversitätskonvention von Rio de Janeiro 1992 wurde verbindlich festgelegt, weltweit Kinder und Jugendliche an das Thema Biodiversität heranzuführen, um sie damit auf zukünftige umweltpolitische Entscheidungsprozesse vorzubereiten (BMU, 1997). An diesen Auftrag knüpft die hier vorgestellte Untersuchung an. Sie erweitert das von der Europäischen Union geförderte Projekt TREBIS (Trial and Evaluation of a Biodiversity Information System, IST-2000-28667). Darin wurde ein computergestütztes Informationssystem zum Thema Biodiversität von uns in Kooperation mit den österreichischen Partnern Vorarlberger Naturschau und Biogis Consulting GmbH speziell für den Gebrauch in Museen entwickelt und unter Mitwirkung von über tausend Schülerinnen und Schülern unter kontrollierten, laborähnlichen Bedingungen erprobt. Das System erhielt gute Wertungen hinsichtlich Nutzerfreundlichkeit, Motivation und Interesse (Krombaß, Urhahne & Harms, 2003a, 2003b; Urhahne, Jeschke, Krombaß & Harms, 2004). Die umfassende Evaluation dieses Informationssystems lieferte die Datengrundlage für die hier vorgestellte Feldstudie, die nach aktuellen Forderungen (Dierking, Falk, Rennie, Anderson & Ellenbogen, 2003) unter Lernbedingungen, wie sie Schulklassen an einem außerschulischen Lernort vorfinden, durchgeführt wurde.

Über das Lernen in Naturkundemuseen wird seit rund 120 Jahren geforscht. Die früheste Besucherstudie in einem Naturkundemuseum wurde 1884 von Higgins durchgeführt. Doch als eigener, auch theoretisch fundierter Forschungsschwerpunkt ist das „Lernen im Museum“ erst seit relativ kurzer Zeit fest etabliert (Anderson, Lucas & Ginns, 2003). Noch 1994 beanstandeten Ramey-Gassert, Walberg und

Walberg den Mangel an theoretischen Grundlagen: „Much of the literature pertaining to learning in museums is anecdotal and craft wisdom.“ (1994, S. 345). Auch zwischen dem Lernen in Schulen und dem außerschulischen („informellen“) Lernen wurde noch kaum unterschieden (Anderson et al., 2003).

Doch in den letzten zehn Jahren sind zahlreiche wissenschaftlich fundierte Veröffentlichungen über das Lernen in Museen erschienen. Dazu zählen sowohl Grundlagenwerke (z.B. Hein, 1998; Falk & Dierking, 2000) als auch Themenhefte in Fachzeitschriften der Naturwissenschaftsdidaktiken (Dierking, Ellenbogen & Falk, 2004; Feher & Rennie, 2003). Auch im deutschen Sprachraum existieren bereits einige fachdidaktische Publikationen zu diesem Thema (Groß & Gropengießer, 2005; Schmitt-Scheerso & Vogt, 2005; Wilde, Urhahne & Klautke, 2003). Eine Vielzahl an Forschungsarbeiten zeigte, dass Vorwissen und Vorerfahrungen, Interesse und Motivation nicht nur das schulische, sondern auch das außerschulische Lernen wesentlich beeinflussen (vgl. Dierking et al., 2003).

Mehr als beim regulären Unterricht findet Lernen an einem außerschulischen Lernort selbstmotiviert, freiwillig und interessengelenkt statt (Dierking et al., 2003). Rennie, Feher, Dierking und Falk (2003) beschreiben für empirische Studien, die sich mit dem Lernen an außerschulischen Lernorten auseinandersetzen, verschiedene Forderungen. Dabei kommt der Erhebung der motivationalen Bedingungen des Lernens wie z.B. Wahlfreiheit, Kontrolle und den Interessen und Erwartungen eine zentrale Bedeutung zu. Auch die Lernumgebung selbst wird als überaus wichtig erachtet. Deshalb sollte die Erhebung in einem „authentischen“ Kontext stattfinden – d.h. hier also direkt im Museum. Soziokulturelle Faktoren, wie zum Beispiel das Lernen in Gruppen, sollten berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollten neben den Lernergebnissen auch die Lernprozesse selbst untersucht werden. Schließlich wird noch die Bedeutung von Längsschnittstudien und die Erweiterung der Methodenvielfalt angeführt.

Die Forderungen nach Klärung der motivationalen Lernbedingungen und die Einbeziehung eines authentischen Umfelds bilden neben den kognitiven Lerneffekten die Ansatzpunkte unserer Untersuchung. Innerhalb dieses Forschungsrahmens wird auch die soziokulturelle Bedingung berücksichtigt, dass Schulklassen sich bei Museumsbesuchen häufig in Kleingruppen aufspalten (Griffin & Symington, 1997). Ein Einblick in Lernprozesse ergibt sich aus Motivationserhebungen direkt während des Museumsrundgangs. Im Folgenden werden die theoretischen Grundlagen dieser Untersuchungsaspekte ausgeführt.

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Flow-Theorie

Eine bekannte Motivationstheorie ist die Flow-Theorie von Csikszentmihalyi (1996). Mit *flow* wird das Gefühl des völligen Aufgehens in einer Tätigkeit bezeichnet. Das Handeln wird als ein einheitliches Fließen von einem Augenblick zum nächsten erlebt (Rheinberg, Vollmeyer & Engeser, 2003). Als wichtigste Voraussetzung für das Erleben eines Flow-Zustandes setzt Csikszentmihalyi (1996) ein Gleichgewicht zwischen Handlungsanforderungen und eigenen Fähigkeiten. Testpersonen sollen sich bei der Lösung von Aufgaben herausgefordert fühlen und trotz hoher Beanspruchung das sichere Gefühl haben, die Situation noch unter Kontrolle zu haben. Übersteigen die Fähigkeiten die gestellten Anforderungen, ergibt sich Langeweile; sind die Anforderungen dagegen zu hoch, resultiert Angst. Das Auftreten eines Flow-Erlebnisses hingegen wird als angenehm empfunden. Es kann durch die Vorgabe klarer und erreichbarer Ziele sowie durch unmittelbares Feedback gefördert werden (Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995). Beim Museumslernen hat sich hier der Einsatz sorgfältig ausgewählter Arbeitsaufträge als unterstützend erwiesen (Price & Hein, 1991). Zum Erfassen einzelner Flow-Komponenten, u. a. der Passung von Fähigkeit und Anforderung, entwickelten Rheinberg et al. (2003) eine Kurzskala. Sie ist zur Einbindung in Arbeitsaufträge geeignet und dient als Variante zur Experience Sampling Methode (Csikszentmihalyi & Schiefele,

1993), bei der Probanden auf ein Signal hin eine Tätigkeit unterbrechen und ihren aktuellen motivationalen Zustand auf elektronischen Skalen einschätzen.

### 2.2 Selbstbestimmungstheorie

Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1985, 2002) setzt den Fokus auf intrinsisch motiviertes Verhalten. Dieses Verhalten entwickelt sich durch das Interesse an einem Gegenstand oder das Vergnügen bei einer Handlung. Es wird nicht durch äußere Belohnungen, Versprechungen oder Bestrafungen aufrecht erhalten. Zur Erklärung intrinsisch motivierten Verhaltens ziehen Deci und Ryan (1985) das Bedürfnis nach Kompetenz und Autonomie heran. Die Annahme eines Bedürfnisses nach Kompetenz geht auf Ausführungen zur Wirksamkeitsmotivation von White (1959) zurück. Bei diesem Bedürfnis handelt es sich um ein angeborenes Verlangen, Anforderungen der Umwelt wirksam zu begegnen. Wenn Personen Herausforderungen annehmen, die ihnen das Gefühl vermitteln, kompetent zu handeln und angestrebte Ziele zu erreichen, stärkt das ihre Motivation. Schülerinnen und Schüler neigen von sich aus dazu, interessante Dinge auszuprobieren, bei denen sie ihre Fähigkeiten auf die Probe stellen und erweitern können. Deshalb sind Aufgaben, die ein angemessenes Stück weit über das bereits Gelernte hinaus gehen, am besten geeignet, um sie zur Eigenaktivität zu motivieren (Ryan & La Guardia, 1999). Durch die Bewältigung herausfordernder Aufgaben wird das Gefühl der Kompetenz gestärkt. Die Annahme eines Bedürfnisses nach Autonomie oder Selbstbestimmung bildet die zweite Grundsäule der Selbstbestimmungstheorie. Eine Person handelt selbstbestimmt, wenn sie Kontrolle über das eigene Handeln ausübt und frei von äußerem Druck agiert. Sie nimmt sich dann als Initiator des eigenen Handelns wahr. Die Bedeutung wahrgenommener Kontrolle wird auch in anderen Motivationstheorien anerkannt (Bandura, 1997; Rotter, 1966). Für das selbstbestimmte Handeln ist es neben dem Kontrollempfinden wichtig, frei von äußerem Druck zu sein (deCharms, 1968). In diesem Zustand

besitzt die Person Wahlmöglichkeiten, welche Handlungen begonnen und aufrecht erhalten werden sollen (Deci & Ryan, 1985).

Forschungsarbeiten zur Selbstbestimmungstheorie haben eine Reihe von Bedingungen aufgezeigt, durch die das Empfinden von Autonomie gefördert bzw. eingeschränkt wird. Wahrgenommene Kontrolle und die Möglichkeit, zwischen unterschiedlichen Handlungen wählen zu können, stärken das Autonomieempfinden. Dagegen wird durch kontrollierende Belohnungen, auferlegte Ziele, externe Bewertungen und Überwachungen die Autonomie einer Person reduziert (Ryan & La Guardia, 1999).

Museen bieten günstige Voraussetzungen, das selbstbestimmte Lernen zu fördern. Auch wenn Schulklassen nicht durch ihre eigene Wahl bedingt ein Museum besuchen, bieten die meisten Museen genügend Gelegenheiten, autonom und kompetent zu handeln. Lepper und Henderlong (2000) weisen auf ein Zusammenspiel intrinsischer und extrinsischer Motivation in vielen lebensweltlichen Situationen hin. Unter der Voraussetzung, dass die Lehrkraft mit geeigneten Lernbedingungen für außerschulische Lernorte vertraut ist (Cox-Petersen, Marsh, Kisiel & Melber, 2003; Griffin & Symington, 1997), genießen die Schüler größere Freiheiten als im Schulunterricht. Sie können sich mit Ausstellungsstücken, die sie interessieren, besonders intensiv auseinandersetzen. Seitens der Schüler wird ein geringerer Druck empfunden. Die Lehrkraft gilt mehr als Partner und Unterstützer und kann das Kompetenzerleben der Schüler fördern, sich in der ungewohnten Lernumgebung selbst zurechtzufinden.

### 2.3 Flow-Theorie und Selbstbestimmungstheorie

Flow-Theorie und Selbstbestimmungstheorie bilden keinen Gegensatz, sie ergänzen sich vielmehr. So beschäftigt sich die Flow-Theorie vor allem mit den unmittelbaren Verhaltenszielen, z. B. dem angenehmen Erleben einer Tätigkeit, die Selbstbestimmungstheorie dagegen mit den ultimativen Verhaltenszielen, z. B. der Kompetenzentwicklung (Schneider, 1996).

### 2.4 Wissen

Neben motivationalen Faktoren werden auch Lernergebnisse untersucht. Auf der Grundlage von Blooms revidierter Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich (Anderson & Krathwohl, 2001) wird Faktenwissen (*factual knowledge*) und konzeptuelles Wissen (*conceptual knowledge*) geprüft. Faktenwissen beinhaltet einzelne, für sich stehende Begriffe oder Tatsachen, Wissen über Fachausdrücke und Wissen über besondere Einzelheiten und Merkmale. Beim konzeptuellen Wissen stehen diese einzelnen Wissens Elemente miteinander in Beziehung, es entsteht Wissen über Zuordnungen und Einteilungen, Wissen über Gesetzmäßigkeiten und Verallgemeinerungen sowie Wissen über Theorien, Modelle und Strukturen. Die Unterscheidung von Faktenwissen und konzeptuellem Wissen hat für Pädagogen und nicht zuletzt für die Leistungsbeurteilung eine besondere Bedeutung. Der Lehrer kann den Fokus auf den Erwerb einzelner Wissensbestandteile oder aber auf deren Einordnung in einen größeren Zusammenhang legen. Die Aneignung konzeptuellen Wissens bildet gemäß Anderson und Krathwohl (2001) die Basis für tiefergehendes Verständnis. Konzeptuelles Wissen spielt auch eine bedeutende Rolle beim Lernen von Naturwissenschaften in Museen, ist aber bislang noch wenig untersucht worden (Falk, 1997). Im Museum ist die Messung des Lernerfolgs erfahrungsgemäß schwierig. Dies liegt nach Falk und Dierking (2000) an der Vielfalt personeller und soziokultureller Faktoren sowie an der Lernumgebung selbst. Zwei Gründe begünstigen in unserem Versuchsaufbau die Messung des Wissenserwerbs. Schulklassen sind in der Regel homogener zusammengesetzt als reguläre Besuchergruppen, z. B. Familien. Durch den Einsatz von Arbeitsaufträgen sind die einzelnen Stationen eines Museumsrundgangs vorgegeben. Der Lernzuwachs an Fakten- und konzeptuellem Wissen wird dadurch leichter messbar.

### 2.5 Computer im Museum

Computer haben sich bei der Wissensvermittlung anderen Medien gegenüber nicht unbedingt als überlegen erwiesen (Urhahne, Prenzel,

v. Davier, Senkbeil & Bleschke, 2000). Clark (2001; Clark & Feldon, 2005) geht davon aus, dass die Art des Mediums beim Wissenserwerb von nachgeordneter Bedeutung ist. Im Gegensatz zu den Anfangszeiten des Computereinsatzes, als dieser für die Wissensvermittlung als das Medium der Zukunft betrachtet wurde (Mayer, 2001), wird die Computernutzung im Rahmen von Lernprozessen heute kritischer eingeschätzt. Falk und Dierking (2000) ebenso wie Csikszentmihalyi und Hermanson (1995) legen dar, dass moderne Medien, wie z.B. Computerprogramme, von der Begegnung mit Originalobjekten abhalten können. Die multimediale Vermittlung drängt die Begegnung mit Tieren und Pflanzen in den Hintergrund. Dennoch werden immer mehr Museen mit Computerterminals ausgestattet. Im Extremfall ersetzen virtuelle Ausstellungen im Internet sogar einen Museumsbesuch (Bartels & Hein, 2003). Im Gegensatz zu ihrem zunehmenden Einsatz wurden die Wirkungen von computergestützten Lernumgebungen in Museen bisher kaum empirisch untersucht. Eine Ausnahme bildet die Besucherstudie von Schmitt-Scheer-soi und Vogt (2005), die sich jedoch überwiegend mit dem Grad der Beliebtheit eines interaktiven Computerprogramms zum Thema „Individualität“ im Vergleich zu anderen Ausstellungsobjekten auseinandersetzt. Hier war der Computer das beliebteste Medium. Krombaß et al. (2003a, 2003b) beschäftigten sich in einer Evaluationsstudie mit motivationalen und kognitiven Wirkungen des computergestützten Informationssystems, das auch in der vorliegenden Studie verwendet wird. Das Informationssystem erreichte gute Bewertungen hinsichtlich Interesse/Vergnügen, Kompetenz und Autonomie und führte zu einem deutlichen Lernzuwachs. Allerdings wurde es zu jenem Zeitpunkt nicht in einem voll ausgestatteten Museum unter wirklichkeitsgetreuen Bedingungen eingesetzt. Eine Pilotstudie mit dem hier verwendeten Untersuchungsansatz lieferte Hinweise dafür, dass die Aufgabenstellungen, die im Museum zu bearbeiten waren, vom Schwierigkeitsgrad her angemessen waren (Krombaß & Harms, 2005). Beim Wissenstest lag die mittlere Lösungswahrscheinlichkeit bei

55%, dies bedeutet, dass die Aufgaben weder zu leicht noch zu schwierig konzipiert waren. Die Erfahrungen aus den Studien von Schmitt-Scheer-soi und Vogt (2005) sowie Krombaß et al. (2003a, 2003b, 2005) zusammen mit weiteren empirischen Untersuchungen (s.u.) lassen nun einige Schlüsse für die Anwendung von Computern in Naturkundemuseen zu.

Computer sind bei älteren Kindern und Jugendlichen ein beliebtes Medium und könnten als Anreiz für einen Besuch im Naturkundemuseum dienen; denn die Themengebiete „Tiere, Pflanzen und ihre Lebensräume“ sprechen diese Zielgruppe oft nicht unmittelbar an (Löwe, 1987, 1992), sind aber im Lehrplan vorgesehen. Fletcher und Tobias (2005) legen dar, dass zahlreiche empirische Befunde für die kognitive Wirksamkeit multimedialer Instruktionen sprechen. Komplexe Inhalte können durch multimediale Lernumgebungen anschaulich vermittelt werden. Hier setzt das computergestützte Informationssystem an, das das Thema Biodiversität durch die Vielfalt an Präsentationsmöglichkeiten, wie z.B. den Einsatz von Hypertext, Animationen und benutzerfreundliche Datenbanken, leicht zugänglich gestaltet. Schau- und Texttafeln, die diese Inhalte verdeutlichen könnten, sind in Museen und anderen außerschulischen Lernorten oft knapp gehalten oder werden von den Besuchern nicht genügend beachtet (Groß, 2004). Ein Computerprogramm kann darüber hinaus Inhalte bieten, die das Ausstellungsthema vertiefen. Daher erscheint der Computer für das vielschichtige Thema Biodiversität besonders geeignet.

### 3 Hypothesen

#### 3.1 Motivation

Sowohl bei der Beschäftigung mit den Ausstellungsobjekten als auch beim Arbeiten mit dem Computer sollte sich bei einer Mehrzahl der Schülerinnen und Schülern eine Passung von Fähigkeiten und Anforderungen ergeben, die als Voraussetzung für ein Flow-Erleben gilt (Rheinberg & Vollmeyer, 2003).

Es wird angenommen, dass die positiven motivationalen Wirkungen hinsichtlich Interesse/Vergnügen, Wahlfreiheit, Kompetenz und

Druck/Anspannung, die in vorhergehenden Studien mit dem Informationssystem zur Biodiversität erreicht wurden, repliziert werden können. Durch die moderne Konzeption des Naturkundemuseums (s. u.) gehen wir davon aus, dass die Ausstellungsobjekte mindestens ebenso gute Bewertungen wie der Computer erzielen.

Wir gehen davon aus, dass sowohl der Computer mit seinen multimedialen Möglichkeiten als auch die Ausstellung mit zahlreichen attraktiven Exponaten von den Kindern und Jugendlichen gut angenommen werden. Besteht die Wahl zwischen diesen Medien, sollte der Computer mindestens ebenso häufig für die Recherche genutzt werden wie die Ausstellungsobjekte. Darüber hinaus wird vermutet, dass Teilnehmer mit besseren Computerkenntnissen und höherem Computerinteresse eher den Computer als Informationsquelle verwenden als die Ausstellungsobjekte.

### 3.2 Kognition

Es wird erwartet, dass insgesamt ein Wissenszuwachs von Vor- zu Nachtest eintritt. Anhaltspunkte dafür geben für den Computer die Ergebnisse aus der Evaluationsstudie (Krombaß et al., 2003a, 2003b) sowie für beide Medien die Pilotstudie (Krombaß & Harms, 2005). Ein Wissenswachs sollte sowohl beim Faktenwissen als auch für konzeptuelles Wissen zu verzeichnen sein. Dabei sollte die Art des verwendeten Mediums keine bedeutende Rolle spielen.

## 4 Methode

### 4.1 Stichprobe

An der Studie nahmen 148 elf- bis fünfzehnjährige Schülerinnen und Schüler ( $M = 13,10$  Jahre,  $SD = 1,28$ ) der Jahrgangsstufen sechs bis neun eines Dornbirner Gymnasiums teil. Der Mädchenanteil betrug 57,4%. Die Untersuchung fand im Rahmen des Biologieunterrichts statt.

### 4.2 Das Naturkundemuseum

Die *inatura – Erlebnis Naturschau* Dornbirn zählt mit 3000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche zu den mittelgroßen Naturkundemuseen Österreichs. Von der Eröffnung im Sommer 2003 bis zur

Datenerhebung im Oktober 2004 besuchten über 200.000 Menschen das Museum, darunter mehrere Schulklassen pro Tag sowie zahlreiche Urlauber und Tagesbesucher. Die Besucher erleben bei einem Rundgang die Lebensräume Vorarlbergs vom Hochgebirge über Wald, Gewässer bis hin zur kulturlandschaftlich und städtisch geprägten Ebene am Bodensee. Das zugrundeliegende Museumskonzept wurde von international erfahrenen Fachleuten, darunter Sir D. Attenborough und Prof. Dr. F. Vester entwickelt (Schmid, 2004; [www.inatura.at](http://www.inatura.at)). Es rückt ab von klassischen „Naturalienkabinetten“ und Dioramen. Stattdessen werden in der ehemaligen Maschinenfabrik die verschiedenen Lebensräume Vorarlbergs durch raumhohe Gestaltungselemente, 3-D-Projektionen und den Einsatz von Tierpräparaten, die angefasst werden dürfen, sowie durch lebende Tiere und Pflanzen erfahrbar. Zusätzlich zu dieser Vermittlungsarbeit im Museum erfüllt die *inatura* auch Aufgaben einer naturkundlichen Sammlung und Forschungseinrichtung.

### 4.3 Das computergestützte Informationssystem

Das Informationssystem zur Biodiversität ist auf insgesamt 16 Personal-Computern inmitten der verschiedenen Ausstellungsbereiche Gebirge, Wald, Wiese, Gewässer und Stadt eingerichtet. Es setzt sich aus zwei Hauptbestandteilen zusammen, die beide nach einem didaktischen Konzept der Universität München entwickelt wurden.

Im ersten Teil erhält der Nutzer auf etwa vierzig Programmseiten einen Überblick über die biologische Vielfalt Vorarlbergs und der Welt. Dazu werden neben knapp gehaltenen Texten und einem Glossar mit den wichtigsten Fachausdrücken vor allem Fotos, Zeichnungen, Animationen und kurze Filme verwendet. Zunächst wird der Begriff „Biodiversität“ definiert und erklärt. Danach entscheidet sich der Nutzer des Informationssystem für einen der drei Programmabschnitte „Vielfalt“, „Dynamik“ oder „Ethik“. Diese informieren über den Artenreichtum verschiedener Lebensräume, über ökologische Zusammenhänge und Ursa-

chen der Gefährdung der Biodiversität sowie über die Bedeutung der biologischen Vielfalt für den Menschen und Möglichkeiten der nachhaltigen Nutzung.

Der zweite Teil „Arten und Lebensräume Vorarlbergs“ ist ähnlich wie die Ausstellung selbst in fünf verschiedene Lebensräume – Gebirge, Wald, Grünland, Gewässer und Siedlungsraum – eingeteilt. Die Lebensräume und Hunderte darin vorkommender Tier- und Pflanzenarten werden durch ausführliche Steckbriefe, großformatige Fotos und Verbreitungskarten vorgestellt. Dieser Programmteil basiert auf Microsoft Access- und GIS (Geographic Information System)-Datenbanken. Daher können die Texte, Fotos und Landkarten durch Museumsmitarbeiter fortlaufend aktualisiert und ergänzt werden.

Für die Besucher des Museums besteht über die Funktion „Suche“ die Möglichkeit, zu allen Programmpunkten zu recherchieren, z. B. zu einem Lebewesen oder einem biologischen Konzept. Darüber hinaus können die Benutzer über eine Übersichtsseite oder durch die Navigationsleiste selbstgesteuert zu den verschiedenen Programmabschnitten wechseln.

#### 4.4 Testinstrumente

Die Untersuchung fand als Vortest-Nachtest-Fragebogenstudie mit dazwischengeschalteter Lernphase im Museum statt. Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Forschungsdesign und die eingesetzten Testinstrumente.

##### 4.4.1 Motivation

Motivation wurde mit drei Messinstrumenten erfasst: einer Flow-Skala zur Passung von Fähigkeit und Anforderung, Skalen nach der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1985, 2003) sowie Angaben über die Wahl des bevorzugten Mediums.

Aus der Flow-Kurzskala von Rheinberg, Vollmeyer und Engeser (2003) wurden drei Items zur Passung von Fähigkeit und Anforderung entnommen, mit denen die Schülerinnen und Schüler während des Museumsbesuchs die Anforderungen, ihre eigenen Fähigkeiten und die Anforderungspassung einschätzten. Die Beantwortung dieser Items erfolgte über fünfstufige Likert-Skalen, die separat für die Tätigkeit am Computer bzw. für die Tätigkeit in der Ausstellung eingesetzt wurden.

Die Motivation, die bei der Lösung der Arbeitsaufträge anhand des Computers bzw. der Ausstellungsobjekte empfunden wurde, wurde im Nachtest mit den Skalen des „Task Evaluation

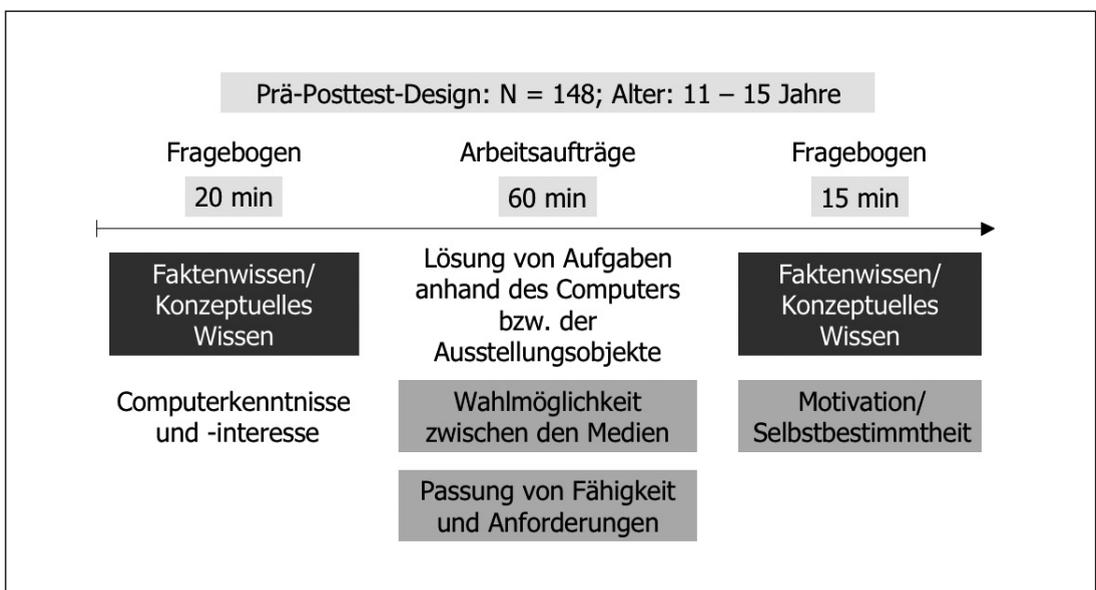


Abbildung 1: Überblick über das Forschungsdesign und die eingesetzten Testinstrumente

Questionnaires“ von Deci und Ryan (2003) gemessen. Mit diesem Messinstrument lassen sich die Faktoren „Interesse/Vergnügen“, „wahrgenommene Kompetenz“, „wahrgenommene Wahlfreiheit“ und „Druck/Anspannung“ bei der Ausführung einer Tätigkeit erfassen. Alle Faktoren wurden mit je drei Items über eine fünfstufige Likert-Skala (1 „stimmt gar nicht“, 2 „stimmt wenig“, 3 „stimmt teils teils“, 4 „stimmt ziemlich“, 5 „stimmt völlig“) erhoben. Die Skala „Interesse/Vergnügen“ („Ich fand die Computertätigkeit/die Tätigkeit in der Ausstellung sehr interessant.“,  $\alpha = .86/\alpha = .86$ ) dient dabei als Indikator der intrinsischen Motivation. Die Skala „wahrgenommene Kompetenz“ („Ich glaube, ich war bei der Computertätigkeit/bei der Tätigkeit in der Ausstellung ziemlich gut.“,  $\alpha = .90/\alpha = .82$ ) spiegelt das Kompetenzbedürfnis. Die Skalen „wahrgenommene Wahlfreiheit“ („Ich konnte die Computertätigkeit/die Tätigkeit in der Ausstellung selbst steuern.“,  $\alpha = .77/\alpha = .84$ ) und „Druck/Anspannung“ („Bei der Computertätigkeit/der Tätigkeit in der Ausstellung fühlte ich mich unter Druck.“,  $\alpha = .64/\alpha = .69$ ) sind dem Autonomiebedürfnis zugeordnet.

Das Medium konnte bei drei Aufgabenblöcken aus insgesamt elf offenen und Multiple-Choice-Aufgaben frei gewählt werden. Im ersten Aufgabenblock sollten die Teilnehmer sechs heimische Vogelarten des Lebensraums Wald benennen, entweder durch eine Datenbank-Recherche im Abschnitt „Lebensräume Voralbergs“ oder durch Auffinden präparierter Vögel an stilisierten Baumstämmen. Die beiden weiteren Aufgabenblöcke behandelten die Lebensweise und Gefährlichkeit von Hornissen. Die Informationen konnten zum einen über den Hornissen-Steckbrief in der Tier- und Pflanzendatenbank beschafft werden, zum anderen im Ausstellungsbereich „Lebensraum Wiese“, wo auf einer Schautafel neben Plexiglas-Behältern mit lebenden Hornissen und Bienen ebenfalls die notwendigen Informationen zusammengestellt waren. Die Wahl des Mediums – Ausstellungsobjekte oder Computer – war nach jedem Aufgabenblock durch Ankreuzen eines betreffenden grafischen Symbols zu kennzeichnen.

#### 4.4.2

#### Wissen

Für Vor- und Nachtest wurde derselbe Wissenstest verwendet. Im Nachtest war die Fragenabfolge durch einen Zufallsgenerator randomisiert (www.random.org). Das im Vor- und Nachtest abgefragte Wissen konnte bei einem Museumsrundgang mit Hilfe von Arbeitsaufträgen erarbeitet werden. Beide Tests bestanden jeweils aus 14 Items, einer Zuordnungsaufgabe und 13 Multiple-Choice-Aufgaben mit größtenteils sechs Auswahlmöglichkeiten, bei denen bis zu drei Antworten korrekt waren.

Sechs Multiple-Choice-Aufgaben korrespondierten mit Arbeitsaufträgen, die ausschließlich am Computer zu lösen waren. Drei dieser Aufgaben behandelten Faktenwissen. Nach Anderson und Krathwohl (2001) wird dabei nach einzelnen, für sich stehenden Begriffen oder Tatsachen gefragt. Drei weitere Aufgaben bezogen sich auf konzeptuelles Wissen. Hier werden größere, in Zusammenhang stehende Grundbegriffe verlangt. Eine Beispielaufgabe für Faktenwissen lautet: „Wenn du alle bekannten Arten dieser Erde zu einer Party einladen würdest, wie viele Einladungen müsstest du verschicken? (a) ungefähr 17.500, (b) ungefähr 1.750, (c) ungefähr 1,75 Milliarden, (d) ungefähr 175, (e) ungefähr 1,75 Millionen, (f) ungefähr 175.000“; richtige Antwort: (e). Eine Frage zum konzeptuellen Wissen lautet: „Wodurch wird die weltweite Artenvielfalt nicht bedroht? (a) Wiederansiedlung von Raubtieren, (b) Nährstoffarmut der Meere, (c) Zerstörung von Lebensräumen, (d) Klimaveränderung, (e) Einschleppung fremder Arten, (f) Wachstum der Weltbevölkerung“; richtige Antworten (a) und (b).

Fünf Multiple-Choice-Aufgaben bezogen sich auf Themengebiete, die anhand der Ausstellungsobjekte zu lösen waren. Davon wurden zwei Fragen zu Faktenwissen gestellt, z. B.: „Was frisst der Biber? (a) Insekten und Krebse, (b) Zweige und Rinde (c) Wurzeln und Regenwürmer, (d) Schnecken und Muscheln (e), Kräuter und Wasserpflanzen, (f) Fische und Frösche“; richtige Antworten (b) und (e). Drei Fragen behandelten konzeptuelles Wissen, z. B.: „Was sind Gründe dafür, dass diese Tiere [Biber, Fischotter und Wolf] in Voralbergs

ausgestorben sind? (a) Jagd, (b) Verfolgung durch Raubtiere, (c) Zerstörung des Lebensraums, (d) Nährstoffarmut des Bodensees, (e) Klimaveränderung in Vorarlberg, (f) Wachstum der Bevölkerung“; richtige Antworten (a), (c) und (f).

Auf Wissen, welches gleichermaßen am Computer wie auch mit Hilfe der Ausstellungsobjekte erarbeitet werden konnte, bezogen sich drei Fragen. Es wurden nur Faktenfragen gestellt, da keine gleichlautenden Fragen zum konzeptuellem Wissen für beide Medientypen verfügbar waren. Bei einer Zuordnungsaufgabe sollten die Namen sechs heimischer Vogelarten richtig zusammengefügt werden (Blau – meise, Grau – specht, Fichten – kreuzschnabel, Wacholder – drossel, Buch – fink, Eichel – häher). Zwei Multiple-Choice-Fragen thematisierten Lebensweise und Gefährlichkeit von Hornissen. Ein Beispiel: „Was trifft bei Hornissen zu? (a) Sie bauen Waben aus Wachs; (b) Sie füttern ihre Brut mit Pflanzennektar; (c) Ein Volk lebt höchstens ein Jahr; (d) Ein Volk lebt mehrere Jahre; (e) Sie füttern ihre Brut mit Insekten; (f) Sie bauen Waben aus Papier“; richtige Antworten (c), (e) und (f).

Die Reliabilität der Wissensfragen lag im Vortest bei Cronbachs  $\alpha = .39$ , im Nachtest bei Cronbachs  $\alpha = .65$ . Die Messzuverlässigkeiten für das Wissen im Vortest sind relativ niedrig. Dies kann damit erklärt werden, dass das Thema Biodiversität vielen Schülerinnen und Schülern noch unbekannt war. Die Werte fallen im Nachtest weitaus höher aus, weil die Schüler während des Museumsbesuchs Gelegenheit hatten, sich das Thema zu erarbeiten.

#### 4.4.3 Computerkenntnisse und -interesse

Um festzustellen, ob Computerkenntnisse und -interesse die Medienwahl beeinflussen, wurden zwei Skalen verwendet. Zur Messung der Computerkenntnisse wurden sechs Items dem nationalen österreichischen PISA-Bericht entnommen (Haider et al., 2001). Die Schülerinnen und Schüler sollten sowohl angeben, welche grundlegenden („Einen Aufsatz oder Brief mit Textverarbeitung verfassen und ausdrucken, kann ich ...“) als auch welche fortgeschrittenen („Eine eigene Homepa-

ge im Internet erstellen, kann ich ...“) Computer- und Internetkompetenzen sie besitzen. Zur Selbsteinschätzung diente eine fünfstufige Likert-Skala (1 „gar nicht“, 2 „nicht so gut“, 3 „mittelmäßig“, 4 „gut“, 5 „sehr gut“). Die Reliabilität lag bei  $\alpha = .72$ . Mit sieben Items wurde das Interesse an der Computernutzung erhoben ( $\alpha = .82$ ). Auch hier wurde eine fünfstufige Likert-Skala (1 „stimmt gar nicht“, 2 „stimmt wenig“, 3 „stimmt teils teils“, 4 „stimmt ziemlich“, 5 „stimmt völlig“) verwendet. Die Items wurden aus Prenzel, Senkbeil, Ehmke und Bleschke (2002) entnommen („Ich habe keine Lust, mich mit Computern zu beschäftigen. ( - ) bzw. selbst erstellt („Wenn ich die Wahl habe, benutze ich zum Arbeiten den Computer.“).

#### 4.5 Versuchsablauf

Die Studie fand mit insgesamt fünf Schulklassen an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen statt. Zunächst füllten die Teilnehmer im Klassenraum in etwa 20 Minuten den Fragebogen des Vortests aus. Ein jeweils selbstgewählter Kennname diente zur Anonymisierung dieses und der beiden folgenden Fragebogen. Nach dem Vortest ging die jeweilige Schulklasse mit ihrer Lehrkraft und der Versuchsleiterin zum Museum, das etwa zehn Gehminuten von der Schule entfernt liegt. In der Eingangshalle erhielt jeder Teilnehmer ein Klemmbrett mit den Arbeitsaufträgen. Die Schülerinnen und Schüler konnten sich dann einen Arbeitspartner suchen, mit dem sie die Aufgaben lösen wollten. Sie wurden angewiesen, sich nach einer Lautsprecherdurchsage in einer Stunde wieder in der Eingangshalle zu versammeln. Die Teilnehmer erkundeten, durch die Arbeitsaufträge geleitet, selbstständig das Museum. Dafür stand ausreichend Zeit zur Verfügung. Als Aufsichtspersonal war außer der Versuchsleiterin die jeweilige Lehrkraft anwesend. Nachdem die Schülerinnen und Schüler wieder in der Eingangshalle angekommen waren, gaben sie die Arbeitsaufträge ab und füllten in etwa zehn bis fünfzehn Minuten den Nachtest aus. Die Untersuchung dauerte pro Schulklasse etwa zwei Stunden.

Skala	1	2	3	4	5
Für mich sind die jetzigen Anforderungen ...	zu niedrig		gerade richtig		zu hoch
Computer	5.7	13.5	71.6	7.1	2.1
Ausstellung	5.4	16.2	69.2	8.5	0.8
Ich denke, meine Fähigkeiten auf diesem Gebiet sind ...	niedrig				hoch
Computer	5.7	11.3	39.0	24.8	19.1
Ausstellung	2.3	11.5	42.5	28.2	16.0
Verglichen mit dem, was ich sonst mache, ist die Tätigkeit ...	leicht				schwer
Computer	45.7	21.4	22.1	7.9	2.9
Ausstellung	30.8	20.8	40.0	4.6	3.8

Tabelle 1: Passung von Fähigkeit und Anforderung für Aufgaben am Computer und in der Ausstellung (Angaben in Prozent)

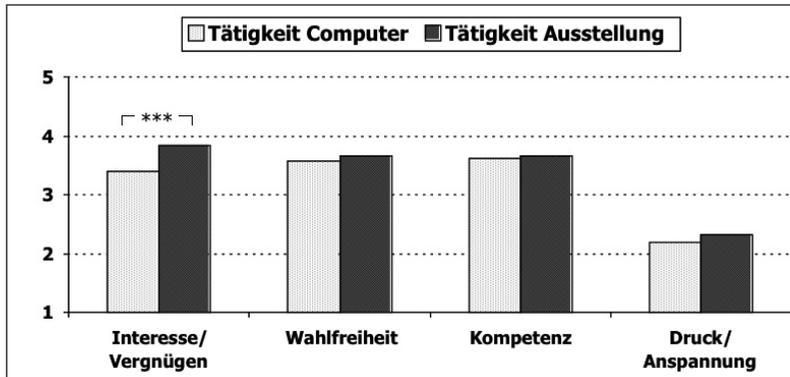


Abbildung 2: Mittelwerte der Selbstbestimmungsskalen für die Tätigkeiten am Computer und in der Ausstellung  
Anmerkung. \*\*\*  $p < .001$ .

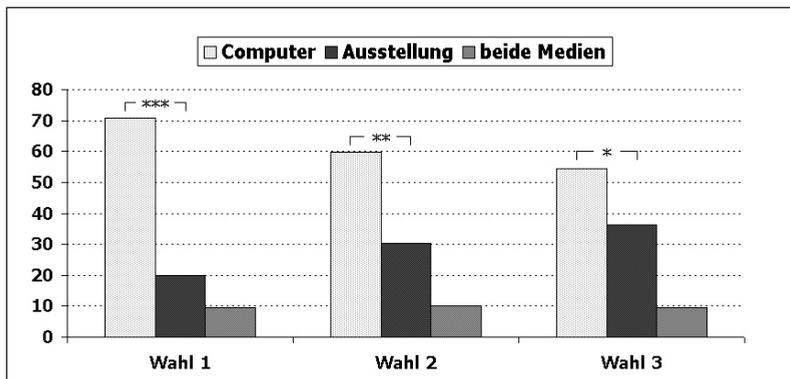


Abbildung 3: Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der SchülerInnen und Schüler bei der Medienwahl zwischen Computer und Ausstellungsobjekten  
Anmerkungen. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Motivation

Zunächst wird berichtet, ob die Anforderungen, die während des Museumsbesuchs an die Schülerinnen und Schüler gestellt wurden, ihren Fähigkeiten entsprachen (Tab. 1). Ein Großteil der Testteilnehmer bewertete die an sie gestellten Anforderungen als „gerade richtig“. Dies gilt sowohl für die Computeraufgaben als auch für die Aufgaben zu den Ausstellungsobjekten ( $t_{129} = 0.00$ , n. s.). Die eigenen Fähigkeiten auf dem jeweiligen Gebiet – Computernutzung oder Nutzung der Ausstellungsobjekte – schätzten rund 40% der Testteilnehmer als mittel ein, ein ähnlich hoher Anteil bewertete sie noch günstiger. Auch hier ergeben sich keine Unterschiede zwischen den Medien ( $t_{129} = -.21$ , n. s.). Die Anforderungen wurden bei den Tätigkeiten unterschiedlich bewertet; das Arbeiten am Computer fiel den Kindern leichter ( $t_{127} = -3.14$ ,  $p < .01$ ).

Die Motivation, sich mit dem Computer oder den Ausstellungsgegenständen zu befassen, wird anhand von Skalen nach der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (2003) dargestellt. Sowohl die Computertätigkeit als auch die Tätigkeit in der Ausstellung wurden insgesamt positiv beurteilt. Interesse/Vergnügen, wahrgenommene Wahlfreiheit und wahrgenommene Kompetenz erhielten im Durchschnitt hohe, der Faktor Druck/Anspannung dagegen niedrige Werte (Abb. 2). Signifikante Unterschiede zwischen den Medien sind nur bei Interesse/Vergnügen festzustellen (Wilcoxon  $z = 5.53$ ,  $p < .001$ ). So wurden das Interesse und das Vergnügen, die Aufgabenstellungen mit dem Computer zu bearbeiten, im Vergleich zu den Ausstellungsobjekten niedriger eingestuft.

Daraus resultiert die Frage: Welches Medium wird bei Wahlmöglichkeit häufiger genutzt? Das durchschnittliche Wahlverhalten bei allen drei frei wählbaren Aufgabenblöcken stellt sich folgendermaßen dar: 15,1% der Teilnehmer wählten die Ausstellungsobjekte als alleinige Informationsquelle, 49,5% den Computer und 35,4% wechselten zwischen den Medientypen. Wird das Wahlverhalten einzeln aufgeführt, ergibt sich ein ähnliches Bild (Abb. 3).

Zu einem deutlich größeren Teil entschieden sich die Teilnehmer bei allen drei Aufgabenblöcken für den Computer als Informationsquelle (Wahlmöglichkeit 1:  $\chi^2(1) = 30.38$ ,  $p < .001$ ; Wahlmöglichkeit 2:  $\chi^2(1) = 11.45$ ,  $p < .01$ ; Wahlmöglichkeit 3:  $\chi^2(1) = 4.20$ ,  $p < .05$ ). Die abschließenden Aufgaben zu den Hornissen wurden von über einem Drittel der Teilnehmer direkt über die Ausstellung beantwortet. Der Anteil der Teilnehmer, der auch innerhalb der einzelnen Aufgabenblöcke beide Medientypen nutzte, blieb mit etwa 10% relativ konstant. Darüber hinaus besteht auch ein Zusammenhang zwischen Computerkenntnissen und der Wahl des bevorzugten Mediums. Je höher die Computerkenntnisse im Vortest eingeschätzt wurden, umso häufiger wurde der Computer als Informationsquelle genutzt (Spearman's Rho = .24,  $p < .05$ ). Tendenziell trifft das auch für den Zusammenhang von Computerinteresse und der Bevorzugung des Computers als Informationsmedium zu (Spearman's Rho = .18,  $p < .10$ ). Computerkenntnisse und -interesse korrelieren allerdings nicht mit dem Interesse und Vergnügen beim Arbeiten mit den verschiedenen Medientypen.

### 5.2 Kognition

Im kognitiven Bereich konnten sich die Schüler in ihren Lernergebnissen über alle Fragen hinweg von Vortest ( $M = 12.60$ ,  $SD = 3.41$ ) zu Nachttest ( $M = 17.10$ ,  $SD = 4.91$ ) deutlich verbessern ( $t_{147} = 12.36$ ,  $p < .001$ ,  $d = 1.03$ ). Die Effektstärke ( $d$ ) deutet auf einen hohen Lerneffekt hin (Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer, 1998). Abbildungen 4 und 5 geben einen Überblick über die im Vor- und Nachttest erreichten Punktzahlen bei den Medienarten Computer und Ausstellungsobjekte. Bei den Fragen, die während des Museumsbesuchs am Computer zu lösen waren (Abb. 4), ist eine starke Verbesserung von Vor- zu Nachttest zu erkennen ( $t_{145} = 10.78$ ,  $p < .001$ ,  $d = .95$ ). Der hohe Lerneffekt ist vor allem auf das Faktenwissen zurückzuführen ( $t_{145} = 10.21$ ,  $p < .001$ ,  $d = 1.01$ ). Beim konzeptuellen Wissen ist er schwächer ausgeprägt ( $t_{145} = 5.08$ ,  $p < .001$ ,  $d = .43$ ). Bei den Fragen zu den Ausstellungsobjekten (Abb. 5) ist insgesamt ein mittlerer

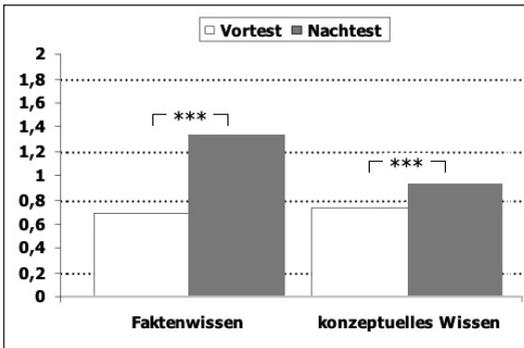


Abbildung 4: Durchschnittlich erreichte Punktzahl bei den am Computer zu lösenden Fragen zum Faktenwissen und zum konzeptuellen Wissen  
Anmerkung. \*\*\*  $p < .001$ .

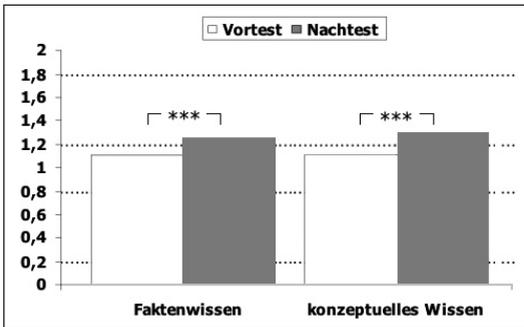


Abbildung 5: Durchschnittlich erreichte Punktzahl bei den anhand der Ausstellungsobjekte zu lösenden Aufgaben zum Faktenwissen und zum konzeptuellen Wissen  
Anmerkung. \*\*\*  $p < .001$ .

Lerneffekt zu verzeichnen ( $t_{145} = 4.83$ ,  $p < .001$ ,  $d = .47$ ). Dieser fällt beim Faktenwissen verhältnismäßig gering ( $t_{143} = 3.80$ ,  $p < .001$ ,  $d = .32$ ), beim konzeptuellen Wissen etwas höher aus ( $t_{145} = 4.70$ ,  $p < .001$ ,  $d = .48$ ). Allerdings ist zu beachten, dass die Aufgaben zu Computer und Ausstellungsobjekten wegen der aufeinander aufbauenden Themenstellung nicht identisch waren.

Direkt vergleichen lässt sich der Lernerfolg, wenn gleichlautende Arbeitsaufträge gestellt wurden. Dies war bei den Aufgaben der Fall, bei denen die Teilnehmer das Medium frei wählen konnten. Wieder ist ein deutlicher Wissenszuwachs zwischen Vor- und Nachtest zu verzeichnen ( $t_{147} = 10.42$ ,  $p < .001$ ,  $d = .96$ ). Tendenziell signifikante Unterschiede zugunsten des Computers ergeben sich bei

einer Aufgabe zu den Vogelarten Österreichs ( $F_{1,93} = 2.89$ ,  $p < .10$ ). Bei zwei weiteren Fragen zur Lebensweise ( $F_{1,102} = 1.08$ , n.s.) und Gefährlichkeit ( $F_{1,99} = 0.01$ , n.s.) von Hornissen war dies nicht der Fall. Keine Zusammenhänge ergaben sich zwischen Computerkenntnissen bzw. -interesse und Wissenserwerb.

## 6 Diskussion

Die vorliegende Untersuchung überprüfte motivationale und kognitive Wirkungen eines computergestützten Informationssystems im außerschulischen Lernort Naturkundemuseum. Im Kontrast zum häufigen Einsatz des Computers liegen in diesem Bereich kaum wissenschaftliche Untersuchungen vor. Die hier empirisch gewonnenen Daten lassen den Schluss zu, dass das computergestützte Informationssystem eine motivierende und lernförderliche Ergänzung der Exponate des Naturkundemuseums darstellt.

Wie vermutet, entsprechen die zu bearbeitenden Aufgabenstellungen vom Anforderungsgrad her den Fähigkeiten der meisten Benutzer. Sowohl beim Arbeiten am Computer, als auch beim Arbeiten mit den Ausstellungsobjekten wird eine gute Passung von Fähigkeiten und Anforderung erreicht. Nach der Flow-Theorie ist deshalb davon auszugehen, dass die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler das Arbeiten im Naturkundemuseum weder als langweilig noch als überfordernd, sondern als motivierend empfunden hat. Ob damit auch der angenehme Zustand des Flow-Erlebens verbunden sein könnte, wird in einer Teiluntersuchung diskutiert (Krombaß, Urhahne & Harms, in Vorbereitung).

Wie erwartet, wurden für Autonomie und Kompetenz bei beiden Medientypen positive Bewertungen vergeben. Der Faktor Interesse/Vergnügen wurde bei der Tätigkeit in der Ausstellung noch etwas höher eingestuft als bei der Computertätigkeit. Dies lässt auf einen erheblichen Anteil intrinsisch motivierten Verhaltens schließen. Der extrinsisch motivierte Anteil des Verhaltens ist hier unbestimmt. Es zeigt sich jedoch, dass die Schülerinnen und Schüler innerhalb eines verpflichtenden Untersuchungsrahmens Interesse und Vergnügen

empfinden. Neuere theoretische Ansätze legen nahe, dass intrinsische und extrinsische Motivation nicht gegensätzlich, sondern integrativ zu betrachten sind (Lepper & Henderlong, 2000; Schiefele & Köller, 2001). Aus den Ergebnissen darf daher nicht geschlossen werden, dass der extrinsisch motivierte Museumsbesuch intrinsische Motivation untergräbt.

Bei freier Wahl bevorzugen viele Teilnehmer das Informationssystem zur Beantwortung der Aufgaben. Aus den Fragebogenergebnissen wird hingegen deutlich, dass das Arbeiten mit den Ausstellungsobjekten insgesamt etwas mehr Vergnügen bereitet. Offenbar entscheiden sich Schülerinnen und Schüler zweckorientiert; sie wählen das computergestützte Informationssystem als leicht handhabbares Informationsmedium gezielt aus, dies gilt insbesondere für diejenigen mit besseren Computerkenntnissen. Eine mögliche Erklärung für die abnehmende Wahl des Computers als Informationsquelle zugunsten der Ausstellungsobjekte könnte darin liegen, dass ein innovatives Medium zunächst einen gewissen Neuigkeitsbonus erhält, dieses situationale Interesse jedoch nur kurzfristig wirkt (Krapp, 2001; Issing & Klimsa, 2002). Alles in allem stellen sich beide Medienarten als motivierend heraus. Für Recherchen, wie sie Schulklassen bei Museumsbesuchen häufig durchführen, zeigt sich der Computer als geeignetes Medium. Dieser Schluss wird auch durch die Ergebnisse zur Kognition bestätigt.

Wie erwartet, findet mit beiden Medienarten ein Wissenszuwachs statt. Der direkte Vergleich, der nur bezüglich des Faktenwissens möglich war, ergibt keinen nennenswerten Unterschied zwischen Computer und Ausstellungsobjekten. Wie Metaanalysen zeigen, spielt die Art des Mediums beim Lernen nur eine untergeordnete Rolle (Clark, 2001). Die Effektstärken zeigen mittelhohe Lernerfolge, was für das Lernen im Museum als zufrieden stellend gelten kann (Wilde et al., 2003). Vom Museumslernen wird in Bezug auf kognitive Effekte im Allgemeinen wenig erwartet (Falk & Dierking, 2000). Andererseits werden die langfristigen Lerneffekte von Museumsbesuchen auch unterschätzt: Wilde et al. (2003) zeigten, dass von Schülerin-

nen und Schülern sechs Wochen nach einem Besuch im Naturkundemuseum kaum Inhalte vergessen wurden. Die besondere Umgebung erleichtert die Rekonstruktion von Wissen. Der Erlebnischarakter eines Museumsbesuchs erzeugt ein Wissen, das möglicherweise durch andere Sinneseindrücke nicht so schnell überlagert wird. Diese Interpretation wird von den Erkenntnissen zum situierten Lernen unterstützt (Brown, Collins & Duguid, 1989).

Faktenwissen wird sowohl am Computer als auch bei den Ausstellungsobjekten in höherem Maße erworben als konzeptuelles Wissen. Dies lässt sich mit Hilfe von Blooms Lerntaxonomie (Anderson & Krathwohl, 2001) erklären, nach der Faktenwissen auf einer niedrigeren Komplexitätsstufe steht als konzeptuelles Wissen und demnach leichter erworben werden kann. Konzeptuelles Wissen erfordert dagegen eine komplexere Organisation und Strukturierung von Wissenselementen durch den Lerner. Diese bilden die Grundlage für ein tieferes Verständnis (Anderson & Krathwohl, 2001). Für das Lernen im Museum stellen Griffin und Symington (1997) die Rolle der Nachbereitung in der Schule heraus. Sie ist wichtig, um die vielfältigen Eindrücke zu verarbeiten. Erinnerungsleistung kann sich dadurch zu einem tieferen Verständnis ausbilden (Anderson & Krathwohl, 2001). Mehr als beim selbstgesteuerten Lernen im Museum kann die Lehrkraft im Unterricht Zusammenhänge zwischen biologischen Konzepten herstellen. Viele Museen bieten dazu für Schulklassen weiterführende Unterrichtsmaterialien an. Für die Computerarbeit an Schulen ist der Einsatz von Simulationen denkbar (Maierhofer, 2001).

Computerprogramme wurden bereits in vielen biologiedidaktischen Untersuchungen evaluiert, entweder in Zusammenarbeit mit Schüler- (u.a. Krüger, 2002; Pfligersdorffer, 2002; Unterbruner & Unterbruner, 2005) oder Studentengruppen (Nerdel & Prechtel, 2004). Die Wirkungen wurden aber selten unter wirklichkeitsnahen Bedingungen an außerschulischen Lernorten erfasst (siehe jedoch Unterbruner, 2004). Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass die Lernbedingungen in Feldstudien schwieriger zu kontrollieren sind als in

Klassenräumen oder Computerlaboren. In der vorliegenden Untersuchung wurden einige der Schwierigkeiten damit aufgefangen, dass das computergestützte System zur Biodiversität durch die kontrollierte Evaluationsstudie bereits bekannt war (Krombaß et al., 2003a, 2003b). Die angewandte Forschung in Museen bietet mit ihrer Methodenbreite (Rennie et al., 2003) Möglichkeiten, motivationale und kognitive Wirkungen von Computerprogrammen differenziert zu erfassen. Wir konnten zeigen, dass mit Hilfe des computergestützten Informationssystems Schülerinnen und Schülern das diesen zuvor kaum bekannte Konzept der Biodiversität nahegebracht wurde. Wir schließen daraus, dass das Informationssystem zur Biodiversität die Inhalte des Naturkundemuseums wirkungsvoll ergänzt. Weitere Studien zum computergestützten Lernen in Museen oder anderen außerschulischen Lernorten müssen zeigen, inwieweit diese ersten Ergebnisse auch auf andere Themengebiete übertragbar sind.

## Literatur

- Anderson, D., Lucas, K. B. & Ginns, I. S. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal of Research in Science Teaching* 40, 2, 177-199.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy. The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bartels, D. M. & Hein, G. E. (2003). Learning in settings other than schools. *Educational Researcher* 32, 6, 38-43.
- BMU (1997). *Umweltpolitik Agenda 21* (2. ed.). Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher* 18, 1, 32-42.
- Clark, R. E. (2001). Media are "mere vehicles": the opening argument. In R. E. Clark (Ed.), *Learning from media: arguments, analysis, and evidence* (1. ed.). Connecticut: Information Age Publishing, 1-12.
- Clark, R. E. & Feldon, D. F. (2005). Five common but questionable principles of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 97-115.
- Cox-Petersen, A. M., Marsh, D. D., Kisiel, J. & Melber, L. M. (2003). Investigation of guided school tours, student learning, and science reform recommendations at a museum of natural history. *Journal of Research in Science Teaching* 40, 2, 200-218.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Das Flow-Erlebnis – Jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen* (6. ed.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Csikszentmihalyi, M. & Hermanson, K. (1995). Intrinsic motivation in museums: What makes visitors want to learn? *Museum News* 74, 3, 34-37 u. 59-61.
- Csikszentmihalyi, M. & Schiefele, H. (1993). Die Qualität des Erlebens und der Prozeß des Lernens. *Zeitschrift für Pädagogik* 39, 207-221.
- deCharms, R. (1968). *Personal causation. The internal affective determinants of behavior*. New York: Academic Press.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (Eds.). (2002). *Handbook of self-determination research*. Rochester, NY, USA: The University of Rochester Press.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2003). *Intrinsic Motivation Inventory (IMI)*. Retrieved July 31, 2003, <http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/intrins.html>.
- Dierking, L. D., Ellenbogen, K. & Falk, J. H. (2004). In principle, in practice: perspectives on a decade of museum learning research (1994-2004). *Science Education* 88, S1, 1-3.
- Dierking, L. D., Falk, J. H., Rennie, L. J., Anderson, D. & Ellenbogen, K. (2003). Policy statement of the „informal science education“ ad hoc committee. *Journal of Research in Science Teaching* 40, 2, 108-111.
- Falk, J. H. (1997). Testing a museum exhibition design assumption: effect of explicit labeling of exhibit clusters on visitor concept development. *Science Education* 81, 679-687.
- Falk, J. H. & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
- Feher, E. & Rennie, L. J. (2003). Guest Editorial. *Journal of Research in Science Teaching* 40, 2, 105-107.
- Fletcher, J. D. & Tobias, S. (2005). The multimedia principle. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 117-133.

- Griffin, J. & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education* 81, 763-779.
- Groß, J. (2004). Lernervorstellungen und deren Veränderungen im Naturpark Lüneburger Heide. In H. Vogt, D. Krüger, D. Urhahne & U. Harms (Eds.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik – Beiträge auf der 6. Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im VdBiol in München*. Kassel: Universitätsdruckerei, 51-64.
- Groß, J. & Gropengießer, H. (2005). Warum Blattschneiderameisen besser Pilzfresserameisen heißen sollten. In R. Klee, A. Sandmann & H. Vogt (Eds.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik (Vol 2)*. Innsbruck: StudienVerlag, 41-55.
- Haider, G. & Lang, B. (Eds.). (2001). *PISA Plus 2000: Nationaler Bericht (3. ed.)*. Innsbruck: Studien-Verlag.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- Hein, G. E. (1998). *Learning in the museum*. London: Routledge.
- Higgins, H. H. (1884). Museums of natural history. *Transactions of the literary and philosophical society of Liverpool*, 183-221.
- Hobohm, C. (2000). *Biodiversität (1. ed.)*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- Issing, L. J. & Klimsa, P. (Eds.). (2002). *Information und Lernen mit Multimedia und Internet (3 ed.)*. Weinheim: Beltz.
- Krapp, A. (2001). Interesse. In D. H. Rost (Ed.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim: BeltzPVU, 286-294.
- Krombaß, A., & Harms, U. (2005). Computergestütztes Lernen im Naturkundemuseum. In H. Bayrhuber et al. (Eds.), *Bildungsstandards Biologie*. Kassel: Verband Deutscher Biologen, 143-146.
- Krombaß, A., Urhahne, D. & Harms, U. (2003a). Alters- und Geschlechtsunterschiede beim außerschulischen Lernen mit einem computergestützten Informationssystem zur Biodiversität. In A. Bauer et al. (Eds.), *Entwicklung von Wissen und Kompetenzen*. Kiel: IPN, 205-208.
- Krombaß, A., Urhahne, D. & Harms, U. (2003b). Lernen mit Neuen Medien: TREBIS – Entwicklung und Erprobung eines Informationssystems zum Thema Biodiversität. In H. Korn & U. Feit (Eds.), *Treffpunkt biologische Vielfalt III: Interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Über-einkommens über die biologische Vielfalt*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN), 201-206.
- Krombaß, A., Urhahne, D. & Harms, U. (in Vorbereitung). *Flow-Erleben von Schülerinnen und Schülern beim computergestützten Lernen im Naturkundemuseum*.
- Krüger, D. (2002). Entwicklungsorientierte Evaluation im computergestützten Gentechnikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 8, 133-150.
- Lepper, M. R. & Henderlong, J. (2000). Turning “play” into “work” and “work” into “play”: 25 years of research on intrinsic versus extrinsic motivation. In C. Sansone & J. M. Harackiewicz (Eds.), *Intrinsic and extrinsic motivation. The search for optimal motivation and performance*. San Diego: Academic Press, 257-307.
- Löwe, B. (1987). Interessenverfall im Biologieunterricht. *Unterricht Biologie* 124, 62-65.
- Löwe, B. (1992). *Biologieunterricht und Schülerinteresse an Biologie*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Maierhofer, M. (2001). *Förderung des systemischen Denkens durch computerunterstützten Biologieunterricht*. Herdecke: GCA-Verlag.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nerdel, C. & Prechtel, H. (2004). Learning complex systems with simulations in science education. In P. Gerjets, P. A. Kirschner, E. Joiner & R. Joiner (Eds.), *Instructional design for effective and enjoyable computer-supported learning: Proceedings of the first joint meeting of the EARLI SIGs “Instructional Design” and “Learning and Instruction with Computers”*. Tübingen: Knowledge Media Research Center, 160-171.
- Pfligersdorffer, G. (2002). Wie Schüler die Spielsimulation „Fish Banks“ erleben. Zwischen komplexer Dynamik und einem ökologisch sozialen Dilemma. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 8, 103-118.
- Prenzel, M., Senkbeil, M., Ehmke, T. & Bleschke, M. (Eds.). (2002). *Didaktisch optimierter Einsatz neuer Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht: Konzeption, Evaluationsinstrumente und Unterrichtsmaterialien des SEMIK-Projekts*. Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
- Price, S. & Hein, G. E. (1991). More than a field trip: science programmes for elementary school groups at museums. *International Journal of Educational Research* 13, 5, 505-519.
- Ramey-Gassert, L., Walberg, H. J. I. & Walberg, H. J. (1994). Reexamining connections: museums as science learning environments. *Science Education* 78, 345-363.

- Rennie, L. J., Feher, E., Dierking, L. D. & Falk, J. H. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. *Journal of Research in Science Teaching* 40, 2, 112-120.
- Rheinberg, F. & Vollmeyer, R. (2003). Flow-Erleben in einem Computerspiel unter experimentell variierten Bedingungen. *Zeitschrift für Psychologie* 211, 4, 161-170.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Engeser, S. (2003). Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept. In F. Rheinberg & J. Stiensmeier-Pelster (Eds.), *Die Erfassung des Flow-Erlebens* (2. ed.). Göttingen: Hogrefe-Verlag, 261-279.
- Rotter, J.B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs* 80, 1-28.
- Ryan, R. M. & La Guardia, J. G. (1999). Achievement motivation within a pressured society. Intrinsic and extrinsic motivations to learn and the politics of school reform. In T. C. Urdan (Ed.), *Advances in motivation and achievement. The role of context* (Vol 11). Stanford, CT: Jai Press, 45-85.
- Schiefele, U. & Köller, O. (2001). Intrinsische und extrinsische Motivation. In D. H. Rost (Ed.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union, Verlagsgruppe Beltz, 304-310.
- Schmid, M. (2004). *Inatura Erlebnis Naturschau Dornbirn*. Neues Museum 4, 2.
- Schmitt-Scheerso, A. & Vogt, H. (2005). Das Naturkundemuseum als interesselördernder Lernort – Besucherstudie in einer naturkundlichen Ausstellung. In R. Klee, A. Sandmann & H. Vogt (Eds.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Vol 2). Innsbruck: StudienVerlag, 87-99.
- Schneider, K. (1996). Intrinsisch (autotelisch) motiviertes Verhalten – dargestellt an den Beispielen des Neugierverhaltens sowie verwandter Verhaltenssysteme (Spielen und leistungsmotiviertes Handeln). In J. Kuhl & H. Heckhausen (Eds.), *Motivation, Volition, Handlung*. Göttingen: Hogrefe, 119-152.
- Unterbruner, U. (2004). Abenteuer im Wald: virtuell und real. *Unterricht Biologie* 293, 15-19.
- Unterbruner, U. & Unterbruner, G. (2005). Wirkung verarbeitungsfördernder multimedialer Programmgestaltung auf den Lernprozess von 10- bis 12-jährigen. In R. Klee, A. Sandmann & H. Vogt (Eds.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Vol 2). Innsbruck, Wien, Bozen: StudienVerlag, 181-194.
- Urhahne, D., Jeschke, J., Krombaß, A. & Harms, U. (2004). Die Validierung von Fragebogenerhebungen zum Interesse an Tieren und Pflanzen durch computergestützte Messdaten. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 18, 4, 213-219.
- Urhahne, D., Prenzel, M., v. Davier, M., Senkbeil, M. & Bleschke, M. (2000). Computereinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht – Ein Überblick über die pädagogisch-psychologischen Grundlagen und ihre Anwendung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 6, 157-186.
- White, R. W. (1959). Motivation reconsidered: the concept of competence. *Psychological Review* 66, 297-333.
- Wilde, M., Urhahne, D. & Klautke, S. (2003). Unterricht im Naturkundemuseum: Untersuchung über das „richtige“ Maß an Instruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 9, 125-134.

Dr. Ute Harms ist Professorin für die Didaktik der Biologie und Direktorin des Lehrerbildungszentrums an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Ihre aktuellen Forschungsschwerpunkte sind empirische Arbeiten zum Computereinsatz im Museum, zum Einsatz metakognitiver Strategien und zur Beförderung von Bewertungskompetenz im Biologieunterricht und in der Biologielehrausbildung.

Dipl.-Biol. Angela Krombaß ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Didaktik der Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität München. Die Vermittlung des Themas Biodiversität durch den Einsatz neuer Medien steht im Mittelpunkt ihrer Dissertation.

#### Kontakt:

Ludwig-Maximilians-Universität München  
Didaktik der Biologie  
Winzererstr. 45/II  
D – 80797 München

E-Mail: [didaktik.biologie@lrz.uni-muenchen.de](mailto:didaktik.biologie@lrz.uni-muenchen.de)