

---

# Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung  
36. Jahrgang / 2008 / Heft 2

---

*Thema:*  
*Lernen im Museum*

Verantwortliche Herausgeberin:  
Cornelia Gräsel

- Josef Schrader, Matthias Stadler, Klaus Körber*  
Die Bedeutung informeller Lernumgebungen für die  
naturwissenschaftliche Grundbildung Erwachsener..... 98
- Stephan Schwan, Carmen Zahn, Daniel Wessel, Markus Huff,  
Nadine Herrmann, Eva Reussner*  
Lernen in Museen und Ausstellungen – die Rolle digitaler Medien..... 117
- Claudia Geyer, Doris Lewalter*  
Die Nutzung schulischer Museumsbesuche aus der Sicht  
von Lehrkräften ..... 136
- Ute Harms, Angela Krombaß*  
Lernen im Museum – das Contextual Model of Learning..... 150

## *Allgemeiner Teil*

- Sebastian Kuntze*  
Zusammenhänge zwischen allgemeinen und situiert erhobenen  
unterrichtsbezogenen Kognitionen und Überzeugungen von  
Mathematiklehrkräften ..... 167

---

Stephan Schwan, Carmen Zahn, Daniel Wessel, Markus Huff,  
Nadine Herrmann, Eva Reussner

## Lernen in Museen und Ausstellungen – die Rolle digitaler Medien

Learning in Museums and Exhibitions – The Role of Digital  
Media

---

*Museen und Ausstellungen sind informelle Lernsettings, die eine Vielzahl unterschiedlicher Lernformen ermöglichen. Besonders häufig vorkommende und wichtige Lernformen sind das freie Explorieren sowie das selbst gesteuerte Lernen. Für Kuratoren und Ausstellungsgestalter ergibt sich daraus die anspruchsvolle Aufgabe, „selbst erklärende“ Ausstellungseinheiten zu gestalten und bei den Besuchern Lernprozesse anzuregen, zu fördern und zu optimieren. Hierfür werden zunehmend digitale Medien eingesetzt, wie etwa Kiosk-Systeme, Public Displays, digitale Exponate, Meinungsterminals, Electronic Guidebooks und Museums-Websites, die komplexe Informationen darstellen, Themen verknüpfen und als Orientierungshilfen dienen können. Aus der Perspektive der Lehr-Lernforschung ist die empirische Untersuchung solch digitaler Medienangebote hinsichtlich ihres Zusammenspiels mit den Wissens- und Lernprozessen der Ausstellungsbesucher/-innen ein wichtiges Forschungsfeld, welches das Spektrum der bisher gewonnenen Erkenntnisse zu computergestützten Lernprozessen deutlich erweitert. In unserem Artikel beschreiben wir Wissenserwerbsprozesse im Museum auf der Basis eines Lernepisoden-Modells und präsentieren konkrete Beispiele für die empirische Erforschung der Rolle digitaler Medien im Kontext der Unterstützung nachhaltigen Lernens.*

*Museums and exhibitions are places where different kinds of learning take place, including self-regulated, informal types of knowledge acquisition. Therefore, curators and exhibition designers face a number of design tasks in order to facilitate learning. In particular, exhibition units have to be developed which are self explanatory to a large degree. Further, links between the individual exhibition units have to be established to provide for orientation and guidance. For these tasks, a growing number of digital media are used, including kiosk systems, public displays, digital exhibits, opinion terminals, electronic guidebooks, and web sites. From the scientific perspective on teaching and learning, the empirical investigation of such*

*media and their interplay with knowledge processes on the part of exhibition visitors is an important field of research, which considerably enlarges the scope of understanding in relation to computer-supported learning processes. In our article, we describe learning in museums on the basis of „learning episodes“ and provide concrete examples for empirical studies investigating the role that digital media play in the context of supporting knowledge building.*

## 1. Einleitung

Museen erfüllen ihre gesellschaftliche Funktion der Bewahrung kulturellen Erbes, indem sie die Aufgaben des Sammelns, Forschens und Präsentierens übernehmen. In diesem Zusammenhang verfolgen sie das wichtige Ziel, Wissen zu vermitteln. Insbesondere seit den 1970er Jahren wurde die Bildungs- und Vermittlungsfunktion der Museen stärker hervorgehoben und diskutiert und in den nachfolgenden Jahrzehnten in der Museumsforschung näher untersucht (z.B. Nuissl, Paatsch & Schulze, 1987; Black, 2005). Durch den stetigen Wandel der Formen der Wissensvermittlung in Museen und Ausstellungen (z.B. durch neue Technologien, neue Vermittlungsmethoden und Lernmodelle) ergeben sich neue Forschungsthemen, die einer empirischen Untersuchung bedürfen. Dabei überschneiden sich die Forschungsfragen häufig mit Themenstellungen der Pädagogischen Psychologie und der Medienpsychologie. Ein Beispiel ist das Thema digitale Medien: Bei einem Gang durch aktuelle Ausstellungen, beispielsweise in naturwissenschaftlich-technischen Museen wie dem Deutschen Museum in München, wird deutlich, dass digitale Medien mittlerweile ein fester Bestandteil der Ausstellungspraxis sind. Besucher von Ausstellungen können damit die im komplexen Informationsraum „Museum“ angebotenen Wissensbestände für ihre Bildung und das informelle, selbst gesteuerte Lernen auf neue Art und Weise nutzen. Wie sie das tun bzw. welche Lernprozesse durch welche digitalen Medien wie angeregt werden können – und mit jeweils welchem Lernergebnis (vgl. Hooper-Greenhill, 1994), sind einige der Fragen, die sich der Museumspraxis, Museumsforschung und der psychologischen Lehr-Lernforschung gleichermaßen stellen. Im Folgenden soll daher die Rolle digitaler Medien für das informelle Lernen aus pädagogisch-psychologischer Sicht diskutiert werden. Der Aufsatz gliedert sich in vier Abschnitte. Im ersten Abschnitt wird diskutiert, inwieweit sich Wissenserwerbsprozesse im Museum als informelles Lernen beschreiben lassen. Im zweiten Abschnitt werden empirische Befunde zu lernbezogenen Verhaltensmustern in Museen beschrieben. Im dritten Abschnitt werden daraus Anforderungen an die Ausstellungsgestaltung abgeleitet, um nachhaltiges Lernen zu fördern. Und schließlich wird im vierten Abschnitt die Rolle digitaler Medien für das Lernen im Museum diskutiert anhand erster empirischer Befunde aus zwei Studien, die gegenwärtig im Rahmen eines Projekts

zum Lernen mit digitalen Medien in Museen und Ausstellungen durchgeführt werden.

## 2. Lernen im Museum – Formal oder informell?

Museums- oder Ausstellungsbesuchen liegen ganz unterschiedliche Anlässe und Motive zu Grunde (visitor agendas, Falk, Moussouri, & Coulson, 1998) – sie reichen von touristischen oder familiären Anlässen bis zu Ausstellungsbesuchen aus ästhetischen oder unterhaltenden Motiven. Dies gilt nicht nur für erwachsene Ausstellungsbesucher, sondern auch für Kinder und Jugendliche (z.B. Black, 2005; Blahut & Klein, 2003). Wie Studien an den Museen der Smithsonian Institution zeigten, spielt dabei auch das Motiv, durch den Ausstellungsbesuch kognitive Erfahrungen zu machen, eine wichtige Rolle (Pekarik, Doering, & Karns, 1999). Zwar folgt daraus nicht, dass ein Museumsbesuch notwendigerweise absichtsvolles Lernen umfasst, aber man kann Museen und Ausstellungen als *Lerngelegenheiten* verstehen, die sich zudem durch einen besonders großen Facettenreichtum auszeichnen. Museumsbesuche – beispielsweise Familienausflüge in der Freizeit vs. organisierte Klassenfahrten in Begleitung von Lehrern – können sich in Struktur und Ablauf deutlich voneinander unterscheiden. Selbst innerhalb einzelner Besuchsformen, etwa organisierten Schulklassenbesuchen, findet sich eine große Vielfalt, was Motive des Lehrers, Verknüpfung des Museumsbesuchs mit dem Unterricht oder didaktische Strukturierung des Besuchs anbelangt (Kisiel, 2005). So fand beispielsweise eine Studie von Bamberger und Tal (2007), dass Museumsbesuche von Schulklassen in Bezug auf die Entscheidungsfreiheiten der Schüler variieren. Dies betrifft die Frage, welchem Thema, welchem Raum und welchem Objekt sich die Schüler in der Ausstellung zuwenden möchten, wie lange und in welcher Reihenfolge das geschieht und wie sie mit den Exponaten, aber auch untereinander und mit dem Lehrer interagieren. Bamberger und Tal (2007) unterscheiden Museumsbesuche ohne Wahlfreiheit („no choice“, typischerweise bei Inanspruchnahme einer Führung durch die Ausstellung), solche mit eingeschränkter Wahlfreiheit, bei denen die Schüler sich auf einen bestimmten Bereich des Museums beschränken müssen und eine Aufgabe erhalten, die sie selbständig bearbeiten können („restricted choice“), sowie Museumsbesuche mit uneingeschränkter Wahlfreiheit, bei denen die Schüler/-innen das Museum ohne räumliche Beschränkung und ohne spezifische Aufgabe explorieren können („free choice“).

Diese empirisch basierte Unterteilung macht deutlich, dass sich das Lernen in Museen und Ausstellungen nicht grundsätzlich als informelles Lernen in Kontrast zu einem als formal definierten schulischen Lernen beschreiben lässt. Die vereinfachende dichotome Gegenüberstellung von informellem und formalem Lernen wird deshalb zunehmend durch Konzepte ersetzt, die verschiedene Komponenten von Lernsituationen unterscheiden, welche jeweils mehr oder weniger formal bzw. informell ausgeprägt sein können

(Mayr, 2007). Beispielsweise beschreiben Malcolm, Hodgkinson und Colley (2003) vier Dimensionen zur Unterscheidung informeller von formalen Lernsituationen: Prozess, Ort, Absicht und Inhalt. Wendet man dieses Konzept auf Museen an, dann lassen sich – je nach Gestaltung einer Ausstellung und je nach Ablauf und Organisation des konkreten Ausstellungsbesuchs – verschiedene mehr oder weniger formale bzw. informelle Komponenten des Lernens im Museum identifizieren: Ausstellungen können etwa einen expliziten Schwerpunkt auf die Wissensvermittlung setzen, indem sie aufgrund ihrer räumlichen Gestaltung hoch strukturiert sind und ausführliche Erklärungen beinhalten – oder sie können offen gestaltet sein, wenn Objekte unkommentiert für sich selbst sprechen, bzw. der Schwerpunkt auf sinnlicher Erfahrung und ästhetischem Genuss liegt. Zudem kann der Ausstellungsbesuch formale oder informelle Züge tragen: Er kann entweder durch die Inanspruchnahme einer Führung stark strukturiert sein (formale Komponente) – oder er kann ein Gelegenheitsbesuch im Rahmen einer Besichtigungstour sein, bei dem Aspekte der ‚lehrreichen Unterhaltung‘ und des gemeinsamen Erlebens eine wichtige Rolle spielen (informelle Komponente). Ob sich ein konkreter Museumsbesuch also eher als formales oder eher als informelles Lernen beschreiben lässt, lässt sich nur im Einzelfall durch genaue Analysen der verschiedenen beteiligten Faktoren und durch Prozessanalysen entscheiden. Ausgehend von dem Kontinuum der Wahlmöglichkeiten, wie es von Bamberger und Tal (2007) beschrieben wird, fokussieren die folgenden Ausführungen auf den Bereich der „free choice“ und der „restricted choice“ Bedingungen, da hier Lernmöglichkeiten, die in den Ausstellungen selbst angelegt sind, vor allem durch die Einbindung digitaler Medien in die Ausstellungsgestaltung, eine besonders wichtige Rolle spielen.

### 3. Bausteine des Besucherverhaltens: Lernepisoden

Eine lernförderliche Ausstellungsgestaltung und der angemessene Einsatz digitaler Medien setzen voraus, dass die Motive und Verhaltensweisen von Museumsbesuchern berücksichtigt werden. In der Besucherforschung liegt mittlerweile eine Vielzahl von Befunden darüber vor, wie sich Besucher im Allgemeinen unter „free choice“- bzw. „restricted choice“-Bedingungen verhalten. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass ein Großteil der Besucher/-innen nicht linear und umfassend, sondern eher unsystematisch und selektiv durch eine Ausstellung geht (z.B. Morris Hargreaves McIntyre, 2004). Das bedeutet, dass typischerweise nicht jedes einzelne Objekt oder Ausstellungselement beachtet und die jeweils begleitenden Informationstexte gelesen werden, sondern dass Besucher nur mit einer kleineren Anzahl von Elementen in Kontakt kommen und sich wiederum nur einer Auswahl davon länger zuwenden, wobei die Dauer dieser Zuwendung selten zwei bis drei Minuten überschreitet (Serrell, 1997). Es zeigt sich weiter, dass wissensbezogene Gespräche und Interaktionen zwischen Besuchern

aus lernpsychologischer Sicht zwar viel versprechend erscheinen, allerdings ähnlich selektiv erfolgen und daher differenziert zu betrachten sind wie die individuelle Zuwendung zu den Ausstellungsobjekten (z.B. Packer & Ballantyne, 2005). Außerdem entspricht die Reihenfolge, in der Elemente einer Ausstellung besucht werden, oft nicht der impliziten Ausstellungsstruktur und deckt sich deshalb nicht unbedingt mit der von den Ausstellungenskuratoren intendierten Besuchsabfolge (Grieser, Baldwin, & Bird, 2007). Wie sich weiter gezeigt hat, wird die Abfolge des Besuchs wie auch die Beschäftigung mit bzw. Diskussion über einzelne Ausstellungsinhalte von relativ einfachen Verhaltensprinzipien bestimmt: So verfolgen Besucher/-innen beispielsweise das Prinzip, in Ausstellungsräumen nur die Exponate an einer Seite zu betrachten. Sie ziehen es außerdem vor, sich an Weggabelungen nach rechts zu wenden und vermeiden es, umkehren zu müssen, wodurch die Laufwege in einer Ausstellung minimiert werden (Bitgood, 2006). Auch die Auswahl eines zu betrachtenden Ausstellungselements wird stark vom räumlichen „Layout“ einer Ausstellung beeinflusst (Peponis, Dalton, Wineman, & Dalton, 2004). Und schließlich tritt nach durchschnittlich zwanzig bis dreißig Minuten Besuchsdauer eine gewisse Erschöpfung ein, was zu einer Unterbrechung oder zu einer Beendigung des Besuchs führt (Davey, 2005).

Insgesamt neigen viele Besucher beim Erkunden von Ausstellungen offenbar zu selektivem, unsystematischem Verhalten, das eher von den räumlichen Gegebenheiten als von inhaltlichen Kriterien geleitet ist, und sie verbringen relativ wenig Zeit in Ausstellungen sowie an einzelnen Exponaten. Morris Hargreaves McIntyre (2004) haben diesen Besuchermodus daher als „browser“ charakterisiert und ihn den Modi der systematisch vorgehenden „follower“, „searcher“ bzw. „researcher“ gegenüber gestellt. In ihren Studien zeigte sich ein Anteil der „browser“ von 50%, der „follower“ von 40%, der „searcher“ von 9% und der „researcher“ von 1%. Das für „browser“ typische Verhaltensmuster wurde als ein weitgehend interesse- und neugiergeleitetes Lernen beschrieben, das mit eher breit gefächelter, aber gering elaborativer Informationsverarbeitung einhergeht (Rounds, 2004). Diese Form des Lernens im Museum soll hier keinesfalls negativ bewertet werden. Ein von Neugier geleitetes „Sich-Informieren“, eine Suche nach interessanten und neuartigen kognitiven Anregungen bei einer gleichzeitigen Begrenzung zeitlicher, körperlicher und kognitiver Ressourcen, ist ein durchaus angemessenes Verhaltensmuster. Das bedeutet gleichzeitig aber, dass es unrealistisch ist, Museumsbesuche generell aus einer Perspektive der Wissensaneignung zu betrachten, die einer Art „Unterrichtsstunden“-Modell gleichzusetzen wäre, also Museumsbesuche wie „Lerneinheiten“ der vertiefenden Wissenskonstruktion aufzufassen und die Erreichung von Lernzielen bei einem Großteil der Besucher anzunehmen.

Eine wichtige Konsequenz, die sich aus den Forschungsbefunden ziehen lässt, ist, dass Ausstellungsbesuche sich in eine Reihe einzelner, abgrenzba-

rer Episoden der Wissensaneignung gliedern, die sich jeweils auf einzelne Ausstellungseinheiten beziehen, wie etwa eine Vitrine mit Ausstellungsobjekten, ein spektakuläres Einzelobjekt oder ein Diorama, d.h. eine szenische Rekonstruktion (Zeidler & Surber, 1999). Solche Episoden der Wissensaneignung an Ausstellungseinheiten werden im Folgenden als „Lernepisoden“ bezeichnet. Empirische Belege für eine solche episodische Strukturierung des Ausstellungsbesuchs liefern beispielsweise Studien, die zeigen, dass Besucher Ausstellungen übereinstimmend in einzelne kleine Teilabschnitte gliedern, hinsichtlich der Definition übergeordneter Bereiche dagegen nur wenig Übereinstimmung zeigen (Zeidler & Surber, 1999). Weitere Belege finden sich in Studien zur Langzeiterinnerung an Ausstellungsbesuche, die ebenfalls auf eine episodische Strukturierung der ausstellungsbezogenen Gedächtnisspur hinweisen (Anderson, 2003; Stevenson, 1991). Lernepisoden zeichnen sich durch die Entwicklung von Interesse und Wissen bezogen auf eine Ausstellungseinheit aus, die durch individuelle oder kollaborative Lernprozesse der Besucher/-innen in Auseinandersetzung mit den Exponaten entstehen.

Lernepisoden unterscheiden sich von einer systematisch-strategischen Wissensaneignung (wie sie etwa im Schulunterricht angestrebt wird) in folgenden Punkten: Die systematische Aneignung von Wissen beruht auf dem Vorhandensein von (verinnerlichten) Lernzielen und beinhaltet die Konstruktion umfangreicher mentaler Repräsentationen bzw. eine kohärente Verknüpfung verschiedener Lerninhalte. Sie erfordert zudem den Einsatz höherer (meta)kognitiver Strategien, sowie mentaler Anstrengung und elaborierter Kommunikationsmuster für den Wissensaustausch, die meist in zeitlich vorgegebene Lerneinheiten eingebunden sind. Lernepisoden in Ausstellungen können sich demgegenüber ohne die Verfolgung expliziter Lernziele entwickeln, gehen oft mit dem Aufbau fragmentarischer kognitiver Repräsentationen einher, deren Einheiten kohärent verknüpft sein können, aber nicht müssen, da Lernepisoden selbst bestimmt erfolgen und nicht an zeitliche Strukturierung bzw. das Erreichen eines vorgegebenen Lernziels gebunden sind.

#### 4. Digitale Medien in Museen und Ausstellungen: Anforderungen an Praxis und Forschung

Wenn Ausstellungsbesucher einer Ausstellung unter „free choice“- bzw. „restricted choice“-Bedingungen Wissen erwerben und komplexe Zusammenhänge verstehen sollen, erfordert dies eine Ausstellungs-gestaltung, die die Besucher bei einem Wechsel vom Modus des Browsers hin zu einem elaborierteren Rezeptionsmodus unterstützt und damit die genannten Voraussetzungen für eine vertiefende Informationsverarbeitung schafft (Lernmotivation, Lernziel, metakognitive Prozesse und sozialer Austausch). Traditionell bedienen sich Museen und Ausstellungen dazu einer Vielzahl von Medien, angefangen von Beschriftungen und Texttafeln über dreidimensionale,

rekonstruktive Modelle, sog. Dioramen, bis hin zu interaktiven „Hands-on“-Exponaten. Mit dem technologischen Wandel haben in jüngerer Zeit zunehmend neue Technologien Einzug in die Museen gehalten – insbesondere interaktive, digitale Medien (Scheersei, 2006). Sie erweitern die Möglichkeiten traditioneller Medien durch dynamische und multimediale Präsentationsformen, durch virtuelle dreidimensionale Nachbildungen und Rekonstruktionen sowie durch erweiterte Formen der Nutzeradaption und Interaktionsmöglichkeiten (Schwan, 2005; Schwan, Trischler, & Prenzel, 2006). Ausgehend von der Auffassung, dass sich Museums- und Ausstellungsbesuche aus einzelnen Lernepisoden konstituieren, können medienbasierte, lernförderliche Gestaltungsmaßnahmen in Museen und Ausstellungen auf drei Ebenen realisiert werden (siehe Tab. 1):

Tab. 1: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Ausstellungsebenen, Gestaltung von Lernepisoden und Nutzung digitaler Medien.

Ausstellungsebene	Lernbezogene Funktion	Typische digitale Medien
Einzelnes Ausstellungselement	Schaffung eines für sich genommen interessanten und verständlichen Ausstellungselements Anregung einer vertieften Auseinandersetzung mit Inhalt des Ausstellungselements Anregung von Kommunikation über Ausstellungselement	Kioskstation Public Display Digitales Exponat
Gesamtausstellung	Orientierung in der Ausstellung Unterstützung bei der Auswahl interessanter Ausstellungselemente Anregung von Kommunikation über Gesamtausstellung Verknüpfung der verschiedenen Lernepisoden	Elektronisches Führungssystem Meinungsterminal/ Elektronische Gästebücher
Ausstellungskontext	Vorbereitung des Ausstellungsbesuchs Verknüpfung des Ausstellungsbesuchs mit späteren themenbezogenen Erfahrungen	Museums-Webseite Digitale Dokumentation

(1) *Ebene der Ausstellungseinheit:* Da einzelne Ausstellungseinheiten den primären Anlass für Lernepisoden bilden, stellt deren lernförderliche Gestaltung eine wesentliche Aufgabe des Ausstellungsdesigns dar. Dies beinhaltet das Wecken von Interesse, so dass sich die Besucher der Einheit zuwenden. Unter der Perspektive des Wissenserwerbs reicht diese Hinwen-

derung aber nicht aus. Die Ausstellungseinheit sollte vielmehr so gestaltet sein, dass sie die Besucher zu einer länger andauernden, verstehensorientierten Auseinandersetzung mit der Ausstellungseinheit anregt (vgl. Hein, 1998, Tisdal, 2004). Hierzu kommen verstärkt digitale Medien in Form von Kiosksystemen, Public Displays oder digitalen Exponaten zum Einsatz. Bei Kiosksystemen handelt es sich um Computerstationen, an denen der Besucher vertiefende Informationen zu den verschiedenen Ausstellungsobjekten und -themen recherchieren kann. Die Inhalte sind meist multimedial aufbereitet und hypertextuell verknüpft. Public Displays sind großflächige Visualisierungen, die von größeren Besuchergruppen betrachtet werden können (Landay, 1982). Sie dienen unter anderem dazu, illusionistische virtuelle Welten zu erzeugen oder die Resultate von Besucheraktivitäten publik zu machen (beispielsweise Ergebnisse von Meinungsumfragen). Bei digitalen Exponaten handelt es sich um Installationen auf der Grundlage von Computertechnologien, die den Charakter eigenständiger Ausstellungsobjekte haben (Sandifer, 2003). Sie sind meist interaktiv konzipiert und streben eine aktive Beteiligung des Besuchers an. Beispiele sind Simulationen, die den Charakter von Computerspielen haben. Häufig vermeiden digitale Exponate traditionelle Ein- und Ausgabemodalitäten (Tastatur, Maus, Bildschirm) und streben stattdessen „natürlichere“ Interaktionsformen zwischen Besucher und Exponat an (z.B. mittels Handbewegungen, Geräuschen, Manipulation von Objekten usw.).

(2) *Ebene der Gesamtausstellung:* Neben der Gestaltung der einzelnen Ausstellungseinheit spielt ihre Einbettung in die Gesamtausstellung eine wichtige Rolle. Empirische Studien zum Besucherverhalten belegen die Relevanz von konzeptionellen und räumlichen Orientierungshilfen, die den Besuchern einen Überblick über die Gesamtausstellung verschaffen, ihnen eine Positionsbestimmung in der Ausstellung erlauben und dadurch auch die Beziehungen zwischen den einzelnen Ausstellungsabschnitten nachvollziehbar machen (Hein, 1998). Diese kohärente Verknüpfung verschiedener Lerninhalte kann als wichtige Verstehensvoraussetzung gesehen werden (z.B. Bransford et al., 2006). Als digitale Medien finden dabei häufig sog. „Electronic Guidebooks“, d.h. interaktive, multimediale Führungs- und Orientierungssysteme Verwendung (Mayr & Wessel, 2007). Sie stellen gewissermaßen die multimediale Nachfolge der Audioguides dar und basieren technisch auf transportablen PDAs („Taschencomputern“) oder Mobiltelefonen. Gegenüber herkömmlichen Audioguides zeichnen sie sich nicht nur durch visuelle Elemente (z.B. ergänzende Illustrationen, Orientierungskarten usw.) und Zusatzinformationen aus, sondern auch durch die Möglichkeit einer individuellen Auswahl aus verschiedenen themenbezogenen „Touren“ durch die Ausstellung. Innovative Formen sind zudem technisch so ausgestattet (z.B. mit GPS oder RFID-Chips), dass sie den Standpunkt des Besuchers bestimmen und ihm dementsprechend kontextsensitiv Informationen anbieten können.

(3) *Ebene des Ausstellungskontexts:* Durch die Ausstellung soll an bestehendes Vorwissen sowie an nachfolgende Erfahrungen angeknüpft werden, die mit dem Ausstellungsthema in Zusammenhang stehen. Dies gilt insbesondere für organisierte Klassenbesuche. Bei organisierten Klassenbesuchen (vgl. Wilde & Bätz, 2004) kann die Verknüpfung des Besuchs mit dem vor- und nachbereitenden Unterricht z.B. durch Webseiten unterstützt werden, mit denen man sich vor dem Besuch eine Orientierung über eine Ausstellung verschaffen und damit den Ausflug besser planen kann, und die auch für Nachbereitung im Unterricht genutzt werden können (Mulholland, Collins, & Zdrahal, 2005). Eine andere Variante der Verknüpfung von Ausstellungsbesuch und Unterricht sind Dokumentationsprojekte, bei denen die Schüler mit digitalen Aufzeichnungsgeräten (digitale Fotoapparate, digitale Videorekorder, Notebooks) ausgestattet sind und im Museum zu einem bestimmten Thema recherchieren. Ihre Recherche kann vor Ort gespeichert und später im Unterricht aufgegriffen und weiter verarbeitet werden (De Witt & Osborne, 2007).

Zusammenfassend lassen sich drei Ebenen identifizieren, auf denen ausstellungsbezogen Wissenserwerbsprozesse unterstützt werden können: die Ebene der einzelnen Ausstellungseinheit, die Ebene der Gesamtausstellung und die Ebene der Verknüpfung der Ausstellung mit vorangegangenen und nachfolgenden Prozessen des Wissenserwerbs. Durch die Gestaltung der Ausstellung – insbesondere durch die Nutzung neuer Medien – können auf allen drei Ebenen Lernprozesse angeregt und ein elaboriertes, lernbezogenes Besucherverhalten unterstützt werden.

Einige dieser Möglichkeiten wurden bereits von Ausstellungsgestalter/innen für die Praxis thematisiert (z.B. Hein, 1998; Scheerso, 2006). Sie betonen die Notwendigkeit einer genauen Analyse der durch die Ausstellung und ihre einzelnen Elemente intendierten Ziele und der dafür geeigneten inszenatorischen und medialen Mittel. Darüber hinaus betonen sie die empirische Prüfung der gestalterischen Entscheidungen durch Evaluationsmethoden und Verfahren der Besucherforschung (vgl. Screven, 1990). Hier setzt die Rolle der Pädagogischen Psychologie und der Medienpsychologie an: Diese Teildisziplinen verfügen über differenzierte Modelle des Lernens und des Wissenserwerbs sowie über empirische Methoden für Feld- und Laborbedingungen, die für das traditionell von evaluations- und fragebogenbasierter Besucherforschung dominierte Feld eine Bereicherung darstellen können. Ein Beispiel für eine solcherart nutzeninspirierte (Fischer, Waibl, & Wecker, 2005) und gleichzeitig eng an pädagogisch-psychologische und medienpsychologische Modelle angelehnte Forschung ist das Kooperationsprojekt „Lernen im Museum: Die Rolle von Medien“ ([www.iwm-kmrc.de/museum](http://www.iwm-kmrc.de/museum)), das nachfolgend beschrieben wird.

## 5. Das Forschungsprojekt „Lernen im Museum: Die Rolle digitaler Medien“

Das Forschungsprojekt wird gegenwärtig unter Beteiligung des Instituts für Wissensmedien (Tübingen), des Deutschen Museums (München) und des Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (Kiel) realisiert. Das Deutsche Museum ist weltweit eines der größten Museen zur Geschichte von Naturwissenschaft und Technik, das neben traditionellen Feldern (z.B. Maschinenbau, Energietechnik) auch aktuelle Bereiche – beispielsweise die Gen- oder die Nanotechnologie, thematisiert. Bei letzteren handelt es sich um Themen, die Ausstellungsgestalter aufgrund ihrer Komplexität und ihrer (submikroskopischen) Unanschaulichkeit vor besondere Anforderungen stellen und den Einsatz digitaler Medien als Ergänzung authentischer Exponate besonders zweckmäßig machen. In diesem Zusammenhang besteht eines der zentralen Ziele des Projekts darin, auf der Grundlage aktueller pädagogisch-psychologischer Ansätze zum Wissenserwerb die Funktion digitaler Medien für die Vermittlung von Wissen über den Gegenstandsbereich „Nanotechnologie“ zu analysieren. Im Folgenden soll anhand der zusammenfassenden Darstellung von zwei empirischen Studien des Projekts exemplarisch vorgestellt werden, welche Rolle digitale Medien für die Wissensvermittlung spielen können. Dabei wird im ersten Teilprojekt die Ebene der einzelnen Ausstellungseinheit thematisiert, während im zweiten Teilprojekt die Ebene der Gesamtausstellung verbunden mit der auf den Museumsbesuch folgenden Phase adressiert wird.

### 5.1 Digitale Exponate: Wissensvermittlung auf der Ebene einzelner Ausstellungseinheiten am Beispiel des Teilprojekts „Molekülmodelle“

Entsprechend dem Konzept der Lernepisoden soll eine einzelne Ausstellungseinheit so gestaltet sein, dass sie im Hinblick auf die Wissensvermittlung eigenständig, also unabhängig vom Rest der Ausstellung funktioniert, indem sie beim Besucher sowohl Interesse und Neugier weckt als auch zu einer längeren und vertieften Auseinandersetzung mit dem dargestellten Inhalt anregt. Dieses Problem ist Gegenstand des Teilprojekts „Molekülmodelle“, das sich auf ein digitales Exponat als Teil der zukünftigen Ausstellung „Nano- und Biotechnologien“ des Zentrums Neue Technologien im Deutschen Museum bezieht. Die Ausstellungseinheit, die derzeit als Prototyp realisiert ist, besteht aus einem autostereoskopischen Display (der Besucher erhält dabei ohne weitere Hilfsmittel einen unmittelbaren dreidimensionalen Eindruck des dargestellten Sachverhalts), einem Touchscreen sowie zwei Exponaten (Plexiglas-Molekülmodelle aus der Strukturaufklärung mittels Röntgenkristallographie). Thematisiert werden in diesem Ensemble verschiedene Modelldarstellungen von Molekülen, eine Methode der Datenerhebung und -auswertung (Röntgenstrukturaufklärung) sowie das universale Schlüssel-Schloss-Prinzip molekularer Interaktionen (Konzeption:

Birte Hauser). Der Touchscreen dient neben der Präsentation von Animationen der Steuerung der gesamten Station. Zu beiden Seiten des Touchscreens sind die Originalobjekte in die Station integriert. Das autostereoskopische Display, das den Kern des digitalen Exponats bildet, wird ähnlich einem Vexierbild eingesetzt, wodurch es möglich wird, zwei Ansichten eines Sachverhalts gleichzeitig darzustellen – im konkreten Fall verschiedene Modelldarstellungen eines bestimmten Moleküls. Anders als bei üblichen 3D-Bildern wählt der Betrachter durch eine leichte Kopfbewegung aus zwei gleichzeitig präsentierten Modellen dasjenige aus, welches er anschauen möchte. Möglich ist dies, da je nach Blickwinkel des Betrachters eine andere Darstellung sichtbar ist.

Aus Sicht der Ausstellungsmacher sind mit dieser mediengestützten Ausstellungseinheit mehrere Erwartungen verbunden, die in komplementären Studien im Feld und im Labor untersucht werden. Erstens wird erwartet, dass die Verwendung eines autostereoskopischen Displays aufgrund der ungewohnten Technologie und den damit verbundenen optischen Effekten bei den Besuchern Neugier und Interesse hervorruft. Zweitens wird aufgrund aktueller Modelle des multimedialen Lernens (Mayer, 2006) erwartet, dass diese Art der Darstellung (digitales Vexierbild) auch für die Vermittlung von Wissen über komplexe Moleküle eine geeignete Darstellungsform ist.

In einer Feldstudie mit einer Stichprobe von 57 Besuchern des Deutschen Museums wurde analysiert, welche Besucher sich bevorzugt mit der Medienstation auseinandersetzen und wie sie sich von Nicht-Nutzern der Ausstellungseinheit unterscheiden. In die Analyse wurden folgende Merkmale einbezogen, die sich bereits in anderen Studien als relevant erwiesen haben: Alter, Geschlecht (Economou, 1998), Interesse am Thema (hier: Naturwissenschaften allgemein sowie Chemie, Physik und Biologie; Corredor, 2006; Falk & Adelman, 2003) und Selbsteinschätzung der Kenntnisse (Packer & Ballantyne, 2002). Darüber hinaus sollte das Wissen der Besucher nach der Nutzung bzw. Nicht-Nutzung der Ausstellungseinheit zum Thema Chemie allgemein sowie spezifisches Wissen (Shapiro, 2004) untersucht werden. Hierfür wurde Nutzern der Medienstation und Besuchern, die das Angebot nicht angenommen hatten, direkt im Anschluss ein Fragebogen vorgelegt. Für den Wissens-Teil wurden 23 generelle Fragen zur Chemie und 18 Fragen zu Inhalten der Ausstellungseinheit ausgewertet, die als Multiple-Choice-Fragen mit fünf Antwortmöglichkeiten gestaltet wurden.

Verglichen mit den Ergebnissen aus einer Gesamterhebung der Besucherstruktur für das Deutsche Museum (Klein, 2000) waren die befragten Besucher der vorliegenden Studie jünger und hatten ein höheres Bildungsniveau. Die Stichprobe setzt sich aus gleich vielen Männern und Frauen zusammen. Von der Gesamtstichprobe beschäftigten sich ein Viertel der Besucher (14) mit der Ausstellungseinheit, während 43 Besucher sie nicht genutzt haben.

Vergleicht man die Nutzer der Ausstellungseinheit mit den Nicht-Nutzern hinsichtlich der oben beschriebenen Merkmale, so ergab sich folgendes Bild: Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich vor allem hinsichtlich motivationaler Variablen, nämlich dem generellen Interesse an den Naturwissenschaften und dem Spaß an der Chemie während der Schulzeit. Für beide Variablen gaben Nutzer der Station gegenüber Nicht-Nutzern signifikant höhere Werte an. In den anderen erfragten Schulfächern Biologie und Physik finden sich dagegen keine Unterschiede. Die Analyse des Wissenstests ergab, dass die Nutzer der Station signifikant besser abschnitten als die Nicht-Nutzer. Bezogen auf die Fragen, die zu den Themen der Ausstellungseinheit gestellt wurden, waren die Gruppenunterschiede größer als bei den Fragen allgemein zur Biochemie. Diese Unterschiede lassen sich nicht durch verschiedene Ausprägungen der Variablen Geschlecht und Alter, Bildungsniveau oder Einschätzung eigener naturwissenschaftlicher Kenntnisse erklären. Der Unterschied ist auch nicht ausschließlich mit einem Wissenszuwachs durch die Nutzung der Station zu erklären, da diese meist kurz und cursorisch war.

Um den Wissenserwerbsprozess mit dem autostereoskopischen Display genauer beschreiben zu können, wurde eine „nutzen-inspirierte“ laborexperimentelle Studie durchgeführt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen die Grundlage für eine weitere Feldstudie sein. Den Ausgangspunkt bildet die Überlegung, dass die Darstellung zweier komplementärer Molekülvisualisierungen herkömmlich mit einer Split-Screen-Technologie (beide Visualisierungen nebeneinander) oder alternativ mit einer Überblendung (beide Visualisierungen übereinander) realisiert werden kann. Die Split-Screen Technologie hat den Nachteil, dass die Darstellungen räumlich getrennt sind, bei der Überblendungsdarstellung ist die Visualisierung hoch komplex. Bei der neu entwickelten Technologie muss der Betrachter seinen visuellen Aufmerksamkeitsfokus dagegen nicht verändern, um zwischen den Visualisierungen zu wechseln – eine Kopfbewegung reicht aus. Anknüpfend an aktuelle lerntheoretische Erklärungsmodelle (Mayer, 2006), Erkenntnisse aus Metaanalysen (die räumliche Nähe von Informationen ist lernförderlich; Ginns, 2005, 2006) und empirische Ergebnisse (niedrig komplexe Darstellungsformen bieten Verarbeitungsvorteile; Lee, Plass, & Homer, 2006) wurden diese drei Darstellungsformen in einem Experiment miteinander verglichen. Insgesamt 90 Versuchspersonen wurde in einem Zwischen-Gruppen-Design die Aufgabe gestellt, eine bestimmte Struktur innerhalb eines Proteins zu identifizieren und zu klassifizieren. Um diese Aufgabe erfolgreich zu lösen, mussten Informationen aus beiden Visualisierungen integriert werden. Es zeigte sich, dass die Lösungszeiten bei der überblendeten Version signifikant länger waren als bei den Bedingungen mit Split Screen und mit autostereoskopischem Display. Während bei der Verarbeitung von verteilten Informationen (Split Screen und autostereoskopische Visualisierungen) also vergleichbare kognitive Prozesse abzulaufen

scheinen, erwies sich das autostereoskopische Display einer Überblendung beider Molekülansichten substantiell überlegen.

Zusammenfassend lassen sich aus den Ergebnissen der beiden Studien Schlussfolgerungen für die inhaltliche Aufbereitung und die Gestaltung digitaler Exponate als Anlässe für Lernepisoden ziehen. Erstens deuten die Befunde darauf hin, dass Besuchermerkmale, insbesondere das Vorwissen und das bereits vorhandene themenspezifische Interesse, Einfluss auf die Nutzung bzw. Nicht-Nutzung des digitalen Exponates hatten (vgl. Corridor, 2006). Ausstellungseinheiten sind also nicht per se Neugier weckend, sondern müssen immer in Relation zu den kognitiven und motivationalen Voraussetzungen der jeweiligen Besuchergruppen gesehen werden – eine Auffassung, die in Einklang mit Modellen der Neugierforschung (z.B. Loewenstein, 1994) steht. Zweitens zeigt sich, dass innovative digitale Exponate nicht nur Interesse wecken, sondern auch Vorteile für die Wissensvermittlung besitzen können, insbesondere, wenn sie nach Erkenntnissen der aktuellen Forschung zum Lernen mit Multimedia konzipiert werden.

## **5.2 Elektronische Ausstellungsführer: Kohärenzstiftung in und über Ausstellungen hinaus am Beispiel des Teilprojekts „Mobiltechnologie und situationales Interesse“**

Dieses Projekt befasst sich mit der Möglichkeit, Lernepisoden in der Ausstellung zu intensivieren und die Erinnerung an diese nach dem Ausstellungsbesuch zu erleichtern. Den Ausgangspunkt der Überlegungen bildet die Beobachtung, dass einzelne Ausstellungseinheiten zwar häufig situationales Interesse wecken, die verfügbaren Inhalte das damit verbundene Bedürfnis nach weiterführenden Informationen aber oft nicht befriedigen können. Vor Ort können umfangreiche zusätzliche Informationen aufgrund der räumlichen Beschränkungen nicht zur Verfügung gestellt werden, ohne die Ausstellung zu textlastig zu gestalten. Aufgrund der Flüchtigkeit von situationalem Interesse und der hohen Attraktivität anderer Exponate ist es aber fraglich, ob das Interesse bis zur nächsten Medienstation oder gar über den Museumsbesuch hinaus Bestand hat (vgl. Treinen, 1988).

Zur Lösung dieses Problems bieten sich elektronische Ausstellungsführer (Electronic Guidebooks) an. Diese kleinen tragbaren Computer stellen Informationen visuell und akustisch an den Orten dar, an denen es der Besucher wünscht (siehe Mayr & Wessel, 2007 für einen technischen und Wessel & Mayr, 2007 für einen psychologisch orientierten Überblick). Gegenüber stationären Kiosksystemen, die ebenfalls vertiefende Informationen zu einem Ausstellungselement bereitstellen, bieten elektronische Ausstellungsführer den Vorteil, an jedem Ort verfügbar zu sein und eine individuelle Sammlung der durchlaufenen Lernepisoden zu erlauben. Besucher können wie bei „Bookmarks“ für Webseiten in einem Browser interessante Exponate markieren und diese später als persönliche Interessenliste abrufen. Dadurch erhält der Besucher einen Überblick über die Objekte, für die er sich



während des Besuches interessiert hat. Einige Museen haben bereits mit Erfolg Prototypen solcher Erinnerungssysteme getestet (z.B.: Fleck et al., 2002; Hsi & Fait, 2005; siehe aber auch Filippini-Fantoni & Bowen, 2007). In einer ersten Studie wurden die möglichen Funktionen eines elektronischen Ausstellungsführers – unmittelbare Befriedigung des situationalen Interesses sowie Unterstützung der weiteren Auseinandersetzung mit dem Thema – in einer Wanderausstellung zum Thema „Nanotechnologie“ untersucht, die für mehrere Monate im Institut für Wissensmedien Station machte.

Mit einer Stichprobe von 62 studentischen Probanden, die für die Untersuchungsteilnahme entlohnt wurden, wurde ein Experiment zum elektronischen Ausstellungsführer mit einem 2x2-faktoriellen Forschungsdesign durchgeführt. Variiert wurden die Faktoren „zusätzliche Informationen verfügbar“ (Faktorstufen: ja/nein) sowie „Interessenliste nach dem Besuch verfügbar“ (Faktorstufen: ja/nein); die Versuchspersonen wurden den Bedingungen zufällig zugeordnet. Die zusätzlichen Informationen bestanden aus jeweils drei kurzen Texten pro Exponat sowie einem Zugang zu Wikipedia. War die Interessenliste verfügbar, konnte diese von den Probanden nach dem Besuch auf einer individuellen Webseite angesehen werden. Bezüglich der Verfügbarkeit zusätzlicher Informationen zeigten sich positive Effekte: Die Informationen wurden aufgerufen und gelesen, die Probanden verweilten mit zusätzlichen Informationen fast doppelt so lange in der Ausstellung (61 statt 34 Minuten im Durchschnitt) und sie bewerteten die Ausstellung positiver. Um einen Unterschied im Wissen zwischen den Gruppen mit und ohne zusätzliche Informationen aufzuzeigen, wurden die Probanden gebeten, alle Informationen aufzuschreiben, an die sie sich erinnern konnten. Die zusätzlichen Informationen hatten keinen Einfluss auf die so gemessene Behaltensleistung der in der Ausstellung verfügbaren Informationen. Dies lässt sich vermutlich damit erklären, dass die Probanden bis zu einem subjektiven Abbruchkriterium schreiben, das von allen Probanden erreicht werden konnte. Die zusätzlichen Informationen wirkten sich aber auf die Beschäftigung mit dem Thema nach dem Besuch aus; die Versuchspersonen in diesen Bedingungen gaben in einer Nachbefragung nach drei Wochen an, sich stärker mit dem Ausstellungsthema auseinander gesetzt zu haben. Ein Einfluss der Interessenliste konnte dagegen aufgrund mangelnder Nutzung nicht nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der Studie legen den Schluss nahe, dass elektronische Ausstellungsführer geeignete Instrumente sind, um Besucher dabei zu unterstützen, sich mit interessanten Exponaten vor Ort vertieft auseinander zu setzen. Diese intensivere Auseinandersetzung zeigt auch nach dem Besuch förderliche Auswirkungen auf die Auseinandersetzung mit dem Thema. Eine Nutzung der bereit gestellten Informationen *nach* dem Ausstellungsbesuch konnte dagegen nicht nachgewiesen werden. In einer weiteren Studie wird untersucht, inwieweit dies auf die studentischen Probanden zurückzuführen ist und ob die Generalisierbarkeit der bisherigen Befunde unter Be-

dingungen höherer ökologischer Validität gegeben ist. Dies wird in einer Feldstudie in einem etablierten Museum anhand einer überarbeiteten Version des Ausstellungsführers durchgeführt werden.

## 6. Fazit

Eine Vielzahl empirischer Befunde der Besucherforschung hat gezeigt, dass Besucher/-innen beim Betrachten von Ausstellungen spontan zu hoch selektivem Verhalten und einer gering elaborativen Informationsverarbeitung neigen. Die Befunde legen nahe, Ausstellungsbesuche als eine Reihe abgrenzbarer, jeweils auf einzelne Ausstellungseinheiten bezogene Lernepisoden zu konzipieren, die kognitiv nur lose miteinander verknüpft und von unterschiedlicher Elaborationstiefe bestimmt sind. Die kognitiven Verknüpfungen und die Elaborationstiefe können jedoch durch eine Reihe von Gestaltungsmaßnahmen unterstützt werden, so dass die Besucher/-innen von einem Modus des breit gefächerten aber oberflächlichen Lernens hin zu einem stärker elaborativen Modus gelangen. Diese Gestaltungsmaßnahmen können sich auf die Ebene des einzelnen Ausstellungselements, der Gesamtausstellung und des weiteren Ausstellungskontexts beziehen und schließen die Verwendung digitaler Medien, beispielsweise Kioskstationen, digitale Exponate, elektronische Ausstellungsführer oder Museums-Websites ein.

Erste empirische Untersuchungen zur Lernförderlichkeit digitaler Medien in Ausstellungen zeigen insgesamt, dass digitale Medien nicht notwendigerweise mit einer verbesserten Lernwirksamkeit in Museen einhergehen müssen. Sie belegen aber gleichzeitig deren Nutzen, sofern bei ihrer Gestaltung grundlagenwissenschaftliche Erkenntnisse zu Prozessen des Wissenserwerbs berücksichtigt werden. Insgesamt eröffnet sich mit dieser Thematik ein weites (und bisher nur wenig empirisch untersuchtes) Forschungsfeld für die Pädagogische Psychologie. Aus pädagogisch-psychologischer Sicht steht vor allem eine Klärung der Möglichkeiten und Voraussetzungen des Lernens in Ausstellungen im Zentrum, zu der mit diesem Artikel ein Beitrag geleistet werden soll. Ausgehend von einer differenzierten Betrachtung der Bedingungen des Lernens im Museum wurde ein Modell entwickelt, welches aus der empirischen Forschung bekannte Verhaltensmuster von Besuchern einbezieht und daraus die episodische Natur des Lernens im Museum ableitet. Zudem wurde beispielhaft ein psychologisch fundiertes Forschungsprogramm und zwei konkrete Einzelstudien vorgestellt. Zu den Zukunftsperspektiven dieser Arbeit zählt neben der Erforschung weiterer Einzelfragen (z.B. zu optimierter Mediengestaltung) die zusätzliche empirische Validierung des Lernepisodenmodells.

Für Museen, die eine Optimierung der Lerngelegenheiten in ihren Ausstellungen anstreben, bieten die in diesem Beitrag beleuchteten Einsichten vielfältige Ansatzpunkte. Die gezielte Verwendung neuer Technologien ist da-

bei ein Element der musealen Gestaltungsmöglichkeiten, die geeignet sind, Lernepisoden zu unterstützen. Beispielhaft wurde gezeigt, wie es gelingen kann, durch neue technologische Darstellungsmöglichkeiten kognitive und motivationale Voraussetzungen auf Seiten der Besucher aufzugreifen. In der zweiten Studie wurde gezeigt, wie durch das Eingehen auf situationales Interesse mittels eines mobilen Informationsgeräts eine ausführlichere und nachhaltigere Beschäftigung mit den musealen Inhalten angeregt werden kann.

Die Ergebnisse der Analyse demonstrieren, dass weder überzogene Hoffnungen hinsichtlich erwartbarer Lernergebnisse noch grundsätzliche Zweifel an der Möglichkeit des Lernens im Museum angebracht sind. Vielmehr reiht sich der Museumsbesuch ein in eine lose Folge von Lerngelegenheiten, die in Alltag und Freizeit integriert sind und Lektüre, Internetnutzung, Medienkonsum u.v.m. umfassen. Durch die einzigartige Verbindung von authentischen Objekten und (neuen) Medien, Inhalten und Gestaltung nehmen Museen jedoch eine besondere Stellung in der genannten Reihe von Lernanlässen ein. Gerade in dieser komplementären Funktion liegen Relevanz und Potential des Museums als Ort der Wissensvermittlung begründet.

### Literatur

- Anderson, D. (2003). Visitors' long-term memories of world expositions. *Curator*, 46, 401-420.
- Bamberger, Y., & Tal, T. (2007). Learning in a personal context: Levels of choice in a free choice learning environment in Science and Natural History Museums. *Science Education*, 91, 75-95.
- Bitgood, S. (2006). An analysis of visitor circulation: Movement patterns and the general value principle. *Curator*, 49, 463-475.
- Black, G. (2005). *The engaging museum – Developing museums for visitor involvement*. London and New York: Routledge.
- Blahut, M. & Klein, H.J. (2003). Im Banne eines großen Museums. Publikumsstrukturen am Deutschen Museum in München. In A. Noschka-Roos (Hrsg.), *Besuchersforschung in Museen* (S. 16-44). München: Deutsches Museum.
- Bransford, J. D., Vye, N., Stevens, R., Kuhl, P., Schwartz, D., Bell, P., Meltzoff, A., Barron, B., Pea, R., Reeves, B., Roschelle, J., & Sabelli, N. (2006). Learning theories and education: Toward a decade of synergy. In P. Alexander & P. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (2nd Ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum, 209-244.
- Corredor, J. (2006). General and domain-specific influence of prior knowledge on setting of goals and content use in museum websites. *Computers & Education*, 47, 207-221.
- Davey, G. (2005). What is museum fatigue? *Visitor Studies Today*, 8, 17-21.
- De Witt, J. & Osborne, J. (2007). Supporting Teachers on science-focused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29, 685-710.
- Economou, M. (1998). The evaluation of museum multimedia applications: lessons from research. *Museum Management and Curatorship*, 17, 173-187.
- Falk, J. H. & Adelman, L. M. (2003). Investigating the impact of prior knowledge and interest on aquarium visitor learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 163-176.
- Falk, J. H., Moussouri, T., & Coulson, D. (1998). The effect of visitors' agendas on museum learning. *Curator*, 41, 107-120.
- Filippini-Fantoni, S. and Bowen, J. (2007). Bookmarking in museums: extending the museum experience beyond the visit? In J. Trant and D. Bearman (Eds.), *Museums and the web 2007 Proceedings*. Toronto: Archives & Museum Informatics. <http://www.archimuse.com/mw2007/papers/filippini-fantoni/filippini-fantoni.html>
- Fischer, F., Waibl, M., & Wecker, C. (2005). Nutzenorientierte Grundlagenforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8, 427-442.
- Fleck, M., et al. (2002). Rememberer: A tool for capturing museum visits. In G. Bariello & L.E. Holmquist (Eds.), *UbiComp 2002* (pp. 48-55).
- Giins, P. (2005). Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction*, 15, 313-331.
- Giins, P. (2006). Integrating information: Meta-analyses of the spatial contiguity and temporal contiguity effects. *Learning and Instruction*, 16, 511-525.
- Grieser, K., Baldwin, T., & Bird, S. (2007). *Dynamic path prediction and recommendation in a museum environment. Proceedings of the Workshop on Language Technology for Cultural Heritage Data 2007* (pp. 49-56). Prague.
- Hein, G. E. (1998). *Learning in the museum*. London: Routledge.
- Hooper-Greenhill, E. (Ed.). (1994). *The Educational role of the museum*. London: Routledge.
- Hsi, S., & Fait, H. (2005). RFID enhances visitors' museum experience at the Exploratorium. *J. Communications of the ACM*, 48(9), 60-65.
- Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science field trips. *Science Education*, 89, 936-955.
- Klein, H. J. (2000). *Go West. Die Besucher des Deutschen Museums und ihre Meinungen über das Neue Verkehrsmuseum*. Karlsruhe.
- Landay, J. (1982). Video vs. Wall-Panel Display: An experiment in museum learning. *Curator*, 25, 41-56.
- Lee, H., Plass, J. L. & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902-913.
- Loewenstein, G. (1994). The psychology of curiosity: A review and reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 116, 75-98.
- Malcolm, J., Hodkinson, P. & Colley, H. (2003). The interrelationship between informal and formal learning. *Journal of Workplace Learning*, 15, 313-318.
- Mayer, R. E. (2006). *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayr, E. (2007). Goal-awareness and goal-adaptive information presentation to support collaborative learning in informal settings. In M. E. Auer & A. Al-Zoubi (Eds.), *2nd International Conference on Interactive Mobile and Computer-Aided Learning (ICML)*. Kassel: Kassel University Press.
- Mayr, E., & Wessel, D. (2007). Potentials and Challenges of Mobile Media in Museums. In M. E. Auer & A. Al-Zoubi (Eds.), *2nd International Confer-*

- ence on Interactive Mobile and Computer Aided Learning (IMCL). Kassel: Kassel University Press.
- Morris Hargreaves McIntyre (2004). Learning Journeys: Using technology to connect the four stages of meaning making. Retrieved on 18 October 2007 at <http://www.renaissancewestmidlands.org.uk/local/media/downloads/Learning%20Journeys%20Final.pdf>.
- Mulholland, P., Collins, T., & Zdrahal, Z. (2005) Bletchley Park Text: Using mobile and semantic web technologies to support the post-visit use of online museum resources. *Journal of Interactive Media in Education*, 10.
- Nuissl, E., Paatsch, U. & Schulze, C. (Eds.) (1987). *Bildung im Museum: zur Realisierung des Bildungsauftrages in Museen und Kunstvereinen*. Heidelberg.
- Packer, J. & Ballantyne, R. (2002) Motivational factors and the visitor experience: A comparison of three sites. *Curator*, 45, 183-198.
- Packer, J. and Ballantyne, R. (2005). Solitary vs. Shared: Exploring the Social Dimension of Museum Learning. *Curator* 48(2):177-192.
- Pekarik, A. J.; Doering, Z. D. & Karns, D. A. (1999). Exploring Satisfying Experiences in Museums, *Curator*, 42, 152-173.
- Peponis, J., Dalton, R.C., Wineman, J., & Dalton, N. (2004). Measuring the effects of layout upon visitors' spatial behaviors in open plan exhibition settings. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 453-473.
- Rounds, J. (2004). Strategies for the curiosity-driven museum visitor. *Curator*, 47, 389-412.
- Sandifer, C. (2003). Technological novelty and open-endedness: Two characteristics of interactive exhibits that contribute to the holding of visitor attention in a Science Museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 121-137.
- Scheersei, A. (2006). Computer in Museumsausstellungen – Top oder Flop? In Schwan, S., Trischler, H., & Prenzel, M. (Eds.). (2006). *Lernen im Museum: Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten: Mitteilungen und Berichte aus dem Institut für Museumsforschung*, Bd. 38 (S. 44-54). Berlin
- Schwan, S. (2005). Die Bedeutung der neuen Medien für den Wissenserwerb in naturwissenschaftlich-technischen Museen. In A. Noschka-Roos, W. Hauser, & E. Schepers (Eds.), *Deutsches Museum. Mit Neuen Medien im Dialog mit den Besuchern? Grundlagen und Praxis am Beispiel des Zentrums Neue Technologien* (S. 49-52). (Berliner Schriften zur Museumskunde, Band 21.). Berlin 2005.
- Schwan, S., Trischler, H., & Prenzel, M. (Eds.). (2006). *Lernen im Museum: Die Rolle von Medien für die Resituierung von Exponaten: Mitteilungen und Berichte aus dem Institut für Museumsforschung*, Bd. 38. Berlin.
- Screven, C. (1990). Uses of Evaluation Before, During and After Exhibit Design. *ILVS Review: A Journal of Visitor Behavior*, 1, 36-66.
- Serrell, B. (1997). Paying attention: The duration and allocation of visitors' time in museum exhibitions. *Curator*, 40, 108-125.
- Shapiro, A. M. (2004). How Including Prior Knowledge As a Subject Variable May Change Outcomes of Learning Research. *American Educational Research Journal*, 41, 159-189.
- Stevenson, J. 1991. The long-term impact of interactive exhibits. *International Journal of Science Education*, 13, 521-531.

- Tisdal, C. (2004). *Phase 2 Summative Evaluation of Active Prolonged Engagement at the Exploratorium*. Retrieved on 5 March 2007 at [http://www.informalscience.org/download/case\\_studies/report\\_156.pdf](http://www.informalscience.org/download/case_studies/report_156.pdf)
- Treinen, H. (1988). *Zwei Aspekte des Museumswesens: Das Museum als Kulturträger und als Massenmedium*. Retrieved 15.11.2006, from [http://www.sibmas.org/congresses/sibmas88/mannheim1988\\_05.html](http://www.sibmas.org/congresses/sibmas88/mannheim1988_05.html)
- Wessel, D., & Mayr, E. (2007). Potentials and Challenges of Mobile Media in Museums. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 1(1), 32-39.
- Wilde, M. & Bätz, K. (2006). Einfluss unterrichtlicher Vorbereitung auf das Lernen im Naturkundemuseum. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 77-89.
- Zeidler, A.L. & Surber, J.R. (1999). Understanding topic, structure, and importance of information in a visual and verbal display. *The Journal of Experimental Education*, 67, 114-132.

#### Anschrift der Autoren

Stephan Schwan, Carmen Zahn, Daniel Wessel, Markus Huff, Eva Reussner, Institut für Wissensmedien, Konrad Adenauer Str. 40, 72072 Tübingen, Kontakt: [s.schwan@iwm-kmrc.de](mailto:s.schwan@iwm-kmrc.de)

Nadine Herrmann, Deutsches Museum, Forschungsinstitut für Technik- und Wissenschaftsgeschichte, Museumsinsel 1, 80538 München, Kontakt: [n.herrmann@deutsches-museum.de](mailto:n.herrmann@deutsches-museum.de)