

MATTHIAS WILDE UND KATRIN BÄTZ

Einfluss unterrichtlicher Vorbereitung auf das Lernen im Naturkundemuseum

Zusammenfassung

Für konstruktivistisch orientierte Lernprozesse, insbesondere für Lernprozesse in außerschulischen Lernorten wie Naturkundemuseen, gilt das Vorwissen als besonders bedeutsam. Ziel unserer Untersuchung war es, den Wissenshintergrund von Schülern durch vorbereitenden Unterricht gezielt zu beeinflussen, um so konstruktivistisch orientierten Unterricht im Museum zu optimieren. Dabei sollten jedoch keine im Museum thematisierten Inhalte vorweggenommen werden. Stattdessen sollten den Schülern konzeptionelle Hilfen angeboten werden. Die Studie wurde im Naturkundemuseum in Berlin mit 97 Gymnasiasten der fünften Jahrgangsstufe gemäß einem Pre-Posttest-Design durchgeführt. Eine Kontrollgruppe besuchte das Naturkundemuseum ohne vorbereitenden Unterricht. Folgende Befunde sind zu berichten: Der Museumsbesuch selbst erbrachte für alle Schüler bedeutsame Wissenszuwächse. Besonders lernwirksam war der Museumsgang für die Schülergruppe mit vorbereitendem Unterricht. Eine differenzierte Analyse ergab: Insbesondere bei der Bearbeitung offener Items zeigten sich die Vorteile des vorbereitenden Unterrichts. Inwieweit dieser Befund auf die Vermittlung stärker anwendbaren Wissens zurückzuführen ist, wird diskutiert.

Abstract

Constructivists regard prior knowledge as vital for learning processes; this being true in particular for learning processes in informal settings, e.g. in a natural history museum. The aim of our study was to affect prior knowledge by planned precursory instructions. These lessons contained the conceptual preparation without concerning the contents of the museum. We conducted the study with 97 5th graders of the highest stratification level (Gymnasium) in the Natural History Museum of Berlin. The study followed a pre-post-test design. Our control group visited the museum without precursory lessons. Findings: The museum visit was especially beneficial for pupils with precursory instructions. The most important bias was found with open items. Particularly, the results of prepared pupils were most convincing. Possible avoidance of inert knowledge by precursory instructions will be discussed.

1 Einleitung

Die Leistungen deutscher Schüler gelten im internationalen Vergleich als relativ durchschnittlich, selbst wenn sie sich vom Jahr 2000 zu 2003, z.B. in den Naturwissenschaften, leicht verbessern konnten (vgl. TIMSS, PISA, z.B. Baumert et al. 1997, Baumert 2001, Prenzel, Carstensen & Zimmer 2004). Insbesondere kognitive Aufgaben, die über die Reproduktion von Wissen hinausgehen, überfordern nach wie vor viele Schüler. Baumert (1997) bezeichnet Unterricht in Deutschland als „Wissenserwerbsunterricht“. Ein zentrales Problem schulischer Lernumgebungen ist die oft zu starr auf schulische Kontexte fixierte und zu wenig

situierete Vermittlung von Inhalten. Deutsche Schüler können zwar sehr wohl Inhalte in einem der Vermittlungssituation ähnlichen Kontext wiedergeben, jedoch schlecht in davon abweichenden Problemsituationen anwenden. Sie erwerben „träges Wissen“ (Reinmann-Rothmeier, Mandl & Prenzel 1994, Renkl 1996, Gräsel 2000, Gruber, Mandl & Renkl 2000, Reinmann & Mandl 2004).

Ein zentrales Anliegen konstruktivistischer Lerntheorien ist es, Kriterien zur Gestaltung von Lernumgebungen zu finden, um diese Schwächen im Transfer des gerade erworbenen Wissens zu vermeiden. Reinmann-Rothmeier und Mandl (1997, 2001) formulieren Prozessmerkmale

einer pragmatischen Position zu konstruktivistisch orientierten Lernprozessen. Danach sollte Lernen als aktiver, selbstgesteuerter, sozialer, situativer und konstruktiver Prozess organisiert sein (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1997, 2001). Diese fünf Prozessmerkmale seien im Folgenden kurz erläutert: Um effektives Lernen durch eine aktive Beteiligung des Lerners zu erreichen, müssen Lerner ein zumindest situatives Interesse entwickeln. Das impliziert, ein gewisses Maß an Selbstmotivation der Lerner ist für erfolgreiche Lernprozesse erforderlich. Selbstgesteuertes Lernen wird ermöglicht durch einen hohen Grad von Autonomie des Lerners, wobei Reinmann-Rothmeier und Mandl (2001) auch dann von selbstgesteuertem Lernen sprechen, „wenn einzelne Handlungsabschnitte fremdbestimmt sind, sofern der Lerner nicht das Gefühl hat, in seinem Tun völlig eingeschränkt oder kontrolliert zu sein.“ Sehr offene Lernumgebungen, gemeint sind Lernumgebungen, die den Lernern besonders viel Autonomie gewähren bzw. selbstständiges Handeln abverlangen, können Lerner überfordern (Gräsel & Mandl 1993). Eine Balance zwischen „Instruktion und Konstruktion“, zwischen „expliziter Instruktion durch die Lehrenden“ und „konstruktiver Aktivität durch die Lernenden“, gilt nach Reinmann-Rothmeier und Mandls (2001) gemäßigt konstruktivistischer Position als anzustrebender Idealfall (vgl. Linn 1990). Darum sind strukturierende Elemente für die Schaffung einer für den Aufbau von Wissen möglichst wirksamen Lernumgebung gerade für schwächere Schüler bzw. für Lerner, die mit offenen Lernumgebungen wenig Erfahrung haben, unverzichtbar (vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl 1999). Lernen ist nach dieser pragmatischen Position Reinmann-Rothmeier und Mandls (2001) ein sozialer Prozess und deshalb in das soziokulturelle Umfeld der Lerner einzupassen. Im Besonderen müssen die Interaktionen zwischen Lehrer und Lerner sowie die Interaktionen zwischen den Lernern berücksichtigt werden. Hervorzuheben sind die Prozessmerkmale „situativ“ und „konstruktiv“. Nach Reinmann-Rothmeier & Mandl (2001) erfolgt Lernen in besonderen Kontexten, die dem Lerner erst den Interpretationshintergrund für ihre eigene subjektive Konstruktion bieten (Ler-

nen als situativer Prozess). Diese gegenständlichen Gegebenheiten der Lernumgebung und der Erfahrungshintergrund des Lerners erlauben eine dauerhafte Veränderung des Wissens (Lernen als konstruktiver Prozess; vgl. „wissensbasierter Konstruktivismus“ nach Resnick & Williams Hall 1998). Zentral bleibt der Aufbau eines eigenen Bildes der Wirklichkeit, die subjektive Konstruktion durch die Lernenden. Diese kann aber nur dann sinnvolle Resultate, im Sinne von sozial geteiltem Wissen, das z.B. Lehrplänen entsprechen kann, zeitigen, wenn den Lernern klug arrangierte Interpretationshintergründe geboten werden und die Lerner hinreichende Erfahrungs- und Wissenshintergründe besitzen.

Hervorragend lassen sich konstruktivistisch orientierte Lernumgebungen in außerschulischen Lernorten realisieren, z.B. in Naturkundemuseen. Diese Lernorte eignen sich besonders, inhaltliche und methodische Alternativen zum Unterricht im Klassenraum zu bieten (Killermann 1999). Eine maßgebliche Stärke dieser informellen Lernumgebungen liegt in den zu vermittelnden Primärerfahrungen, der originalen Begegnung, der Authentizität der Lernerfahrungen, die sich hier verwirklichen lassen (Killermann, Hiering, & Starosta 2005). Die meist originalen Repräsentationsformen, die in Dauerausstellungen von Naturkundemuseen vorwiegend Verwendung finden, erlauben in besonderem Maße authentische Lernerfahrungen. Nach Reinmann-Rothmeier und Mandl (1994) gehört neben der Situiertheit von Anwendungskontexten Authentizität zu den entscheidenden Faktoren, träges Wissen zu vermeiden. Falk und Dierking (2000) identifizierten in ihrer Kontexttheorie („contextual model of learning“) drei zentrale Einflussbereiche des Lernens im Museum. Dabei beziehen Falk und Dierking (2000) Naturkundemuseen, aber auch Aquarien, Zoos, Science Centers und andere Museen im weitesten Sinne in ihre Analyse ein. Als Einflussbereiche werden der individuelle Kontext, der soziokultureller Kontext und der gegenständliche bzw. organisatorische Kontext genannt. Diesen Kontexten lassen sich Schlüsselfaktoren zuordnen: Der individuelle Kontext wird bestimmt durch Mo-

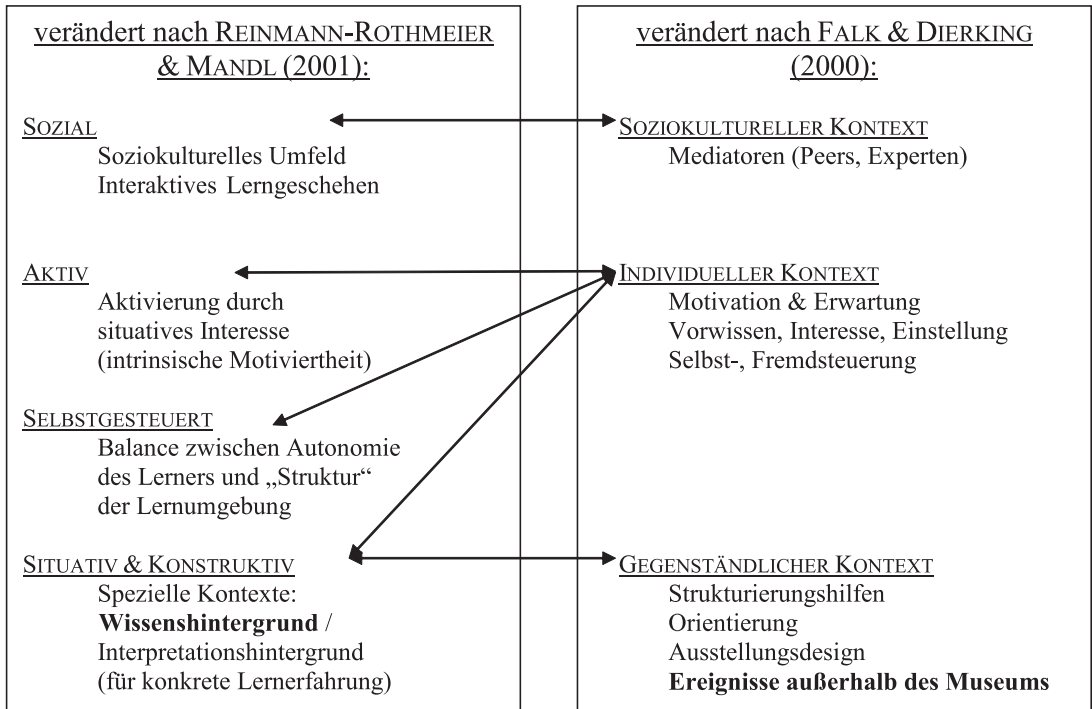


Abb. 1: Kontexttheorie des Museumslernens (Falk & Dierking 2000) und gemäßigt konstruktivistische Lerntheorien (Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001) – eine Gegenüberstellung

tivation und Erwartung, Vorwissen, Interesse und Einstellungen sowie Selbst- bzw. Fremdbestimmung der Lerner. Der soziokulturelle Kontext manifestiert sich durch Vermittler innerhalb und außerhalb der Lerngruppe, z.B. Gleichaltrige und Experten. Der gegenständliche Kontext wird beeinflusst durch Strukturierungshilfen bezogen auf die zu lernenden Inhalte und Orientierungshilfen im Museum selbst, die Art der Präsentation der Ausstellung, sowie Ereignisse, die den im Museum gewonnenen Eindruck verstärken können, oder Erfahrungen außerhalb des Museums. Die Prozessmerkmale Reinmann-Rothmeier und Mandls (2001) moderat konstruktivistischer Lernumgebungen und die Kontexttheorie des Museumslernens von Falk und Dierking (2000) lassen sich gut miteinander vereinbaren (vgl. Abbildung 1).

Falk und Dierkings (2000) soziokultureller Kontext spiegelt Reinmann-Rothmeier und Mandls (2001) „Lernen als sozialer Prozess“. Reinmann-

Rothmeier und Mandls (2001) Merkmal der Schüleraktivität und der Selbststeuerung in konstruktivistisch orientierten Lernprozessen bzw. die geforderte Balance zwischen Autonomie des Lerners und Strukturierung der Lernumgebung entsprechen weitgehend den von Falk und Dierking (2000) identifizierten Faktoren des individuellen Kontextes. Spezifische Kontexte als subjektiver Wissenshintergrund und in der Lernumgebung gebotener Interpretationshintergrund für die konkrete Lernerfahrung jedes einzelnen – Reinmann-Rothmeier und Mandl (2001) fordern situative und konstruktive Lernprozesse – finden sich in den Faktoren Strukturierungshilfen, Orientierung und Ausstellungsdesign im gegenständlichen Kontext Falk und Dierkings (2000) wie auch in den Faktoren Vorwissen und Erwartung der Lerner im individuellen Kontext der Kontexttheorie des Museumslernens. Beide Ansätze lassen sich für eine Optimierung von unterrichtlich organisierten Lernprozessen in Naturkundemuseen nutzen.

Erstes Ziel dieser Arbeit war es, einen halbtägigen Unterrichtsgang im Naturkundemuseum in Berlin möglichst lernwirksam zu gestalten. Beide Ansätze, die geforderten Prozessmerkmale von Reinmann-Rothmeier und Mandl (2001) sowie die von Falk und Dierking identifizierten Kontexte und Schlüsselfaktoren erscheinen geeignet, Unterricht im Naturkundemuseum zu optimieren. Wie oben angedeutet, sind die zentralen Leitlinien beider Theorien kompatibel. Der Museumsbesuch sollte als sozialer Prozess organisiert sein, um das interaktive Lerngeschehen durch Mediatoren wie andere Lerner und Experten zu befördern. Bei den Schülern sollte situatives Interesse geweckt werden, um eine möglichst hohe Aktivierung der Lerner zu erreichen. Sicher spielen die von Falk und Dierking (2000) benannten Faktoren wie das persönliche Interesse der Schüler und ihre Einstellung bezüglich des Lernens im Museum eine wesentliche Rolle. Diese psychologischen Konstrukte sind durch eine so kurze Intervention wie den geplanten Unterrichtsgang kaum veränderbar (vgl. Krapp 1992, vgl. Bogner 1996, 1998). Darum zielt die Absicht unserer Intervention auf kurzfristig zu beeinflussende Ebenen wie situationales Interesse und die Motiviertheit der Schüler ab. Die anzustrebende Balance zwischen Selbst- und Fremdbestimmung, zwischen Lernerautonomie und Strukturierung der Lernumgebung sollte der unterrichtlichen Situation, besonders auch dem Alter der Schüler, angemessen sein. Nach Deci und Ryan (1985, 1993, 2000, Ryan & Deci 2000) ist das Bedürfnis nach Selbststeuerung ein angeborenes psychologisches menschliches Bedürfnis, das ganz zentral die Motivation mitbestimmt. Entscheidend ist die wahrgenommene Autonomie, das subjektiv erlebte Maß an Selbststeuerung (vgl. Grolnick & Ryan 1987). Ein möglichst hohes Maß an subjektiv empfundener Autonomie bei (möglichst lerneffizient gestalteter) Strukturierung der Lernumgebung wurde als ideal angesehen. Lernprozesse sind konstruktiv und situativ. Neu zu Erlernendes wird in die Wissenshintergründe bzw. das Vorwissen und die Erwartungen des lernenden Subjekts eingebunden und vor dem gegen-

ständlichen Kontext der Lernumgebung mit Orientierungs- und Strukturierungshilfen in der Ausstellung – die Art und Weise der Präsentation spielt eine wichtige Rolle – interpretiert. Durch ein zahlenmäßig günstiges Betreuungsverhältnis (drei Betreuerinnen pro Schulklasse), strukturierende Hinweise in der Ausstellung, z.B. Symbole an den Arbeitsstationen, und organisatorische Hilfen auf den Arbeitsblättern sowie durch eine Auswahl bestimmter Inhalte und die Beschränkung auf einen kleinen Teil der Ausstellung wurde diesen Leitlinien zum gegenständlichen Kontext bzw. der Gestaltung eines hilfreichen Interpretationshintergrundes der dinglichen Lernumgebung Rechnung getragen. Als zentrale Intervention dieser Studie sollen „Wissenshintergrund“ bzw. „Vorwissen“ und „Erwartung“ der Schüler durch „Ereignisse außerhalb des Museums“ beeinflusst werden (vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001, Falk & Dierking 2000). Die didaktische Operationalisierung besteht darin, den Schülern vor dem Museumsbesuch in konstruktivistisch orientiertem Unterricht, gleichzeitig in möglichst standardisierter Art und Weise in der Schule bestimmte Konzepte zugänglich zu machen, die den Wissenshintergrund der Schüler beeinflussen können. Der Unterrichtsgang im Museum verläuft für Versuchs- und Kontrollgruppe identisch. Damit soll gezeigt werden, ob und inwieweit diese kontrollierte Veränderung der Vorerfahrungen der Schüler zu unterschiedlichen Lernerfolgen führt. Hypothesen:

1. Die Schüler erwerben durch den Museumsbesuch neues Wissen. Dieser Wissenszuwachs ist auch zwei Wochen nach dem Unterrichtsgang nachweisbar.
2. Unterrichtlich vorbereitete Schüler haben im Vergleich zu den nicht vorbereiteten Schülern bessere Lernerfolge.
3. Schüler ohne diesen in der Schule angebahnten Wissenshintergrund erwerben relativ mehr träges Wissen als die vorbereiteten Schüler. Darum lösen sie offene Fragen, die stärker problemorientiertes Denken erfordern, schlechter als Schüler mit unterrichtlicher Vorbereitung.

2 Methode

Stichprobe

Bei der Studie handelt es sich um eine quasi-experimentelle Untersuchung (vgl. Bortz & Döring 2000). Die Stichprobe setzte sich zusammen aus vier Schulklassen der fünften Jahrgangsstufe zweier Berliner Gymnasien (N=97). Die Probanden gehörten zu den Schülerinnen und Schülern, die bereits seit der fünften Jahrgangsstufe das Gymnasium besuchten. In Berlin ist ein Wechsel in das Gymnasium nach der sechsten Jahrgangsstufe der Regelfall. Zwei Klassen bildeten die Versuchsgruppe (N=46), zwei die Kontrollgruppe (N=51). Während des Museumsunterrichts wurde jeweils viermal die kognitive Belastung („cognitive load“, Chandler & Sweller 1991) der Schüler mit Hilfe eines Testitems (Paas & van Merriënboer 1994, Paas, van Merriënboer & Adam 1994) kontrolliert. Es gab keine Hinweise auf Unterschiede in der

kognitiven Belastung zwischen den beiden Versuchsgruppen während der Arbeit im Museum ($t=1.84$, $df=68$, n.s.). Das Durchschnittsalter der Schüler betrug 10.2 Jahre. Das Geschlechterverhältnis war in etwa ausgeglichen (Mädchen: N=41, Jungen: N=56).

Testinstrumente

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten insgesamt zwei Tests, einen Vortest und einen Nachtest, mit jeweils identischen Items. Um Positionseffekte auszuschließen, wurden die Items im Nachtest zufallsverteilt durchmischt. Nach Itemreduktion bestand der kognitive Teil eines Tests jeweils aus vier offenen und sieben geschlossenen Items. Die offenen Items waren als Kurzaufsatzaufgaben gestellt (Lienert & Raatz 1998), z.B.: „Was weißt du über Durchzügler?“ (im Vortest), bzw. „Was hast du über Durchzügler gelernt?“ (im Nachtest).

Zuverlässigkeitsstatistik

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
,670	11

Gesamt-Itemstatistik

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Items weggelassen
Item 1 (offen)	5,15	6,445	,489	,613
Item 2 (offen)	5,00	6,187	,434	,624
Item 3 (offen)	4,80	6,576	,358	,642
Item 4 (offen)	5,11	6,393	,418	,628
Item 5 (geschlossen)	5,35	7,605	,220	,663
Item 6 (geschlossen)	5,15	7,403	,252	,659
Item 7 (geschlossen)	5,28	7,328	,306	,651
Item 8 (geschlossen)	5,18	7,217	,305	,651
Item 9 (geschlossen)	4,67	8,015	,221	,666
Item 10 (geschlossen)	5,04	7,644	,165	,673
Item 11 (geschlossen)	5,44	7,479	,344	,648

Tabelle 1: Errechnete interne Konsistenz im Nachtest (Reliabilitätswert: Cronbachs Alpha) für den gesamten Itemsatz (vier offene und sieben geschlossene Items).

Die geschlossenen Items waren vom Multiple-Choice-Typ (Bortz & Döring 2002), z.B.: „Wo sind Sommervögel im Winter?“ Antwortmöglichkeiten: a) im Süden Europas, b) im Norden Europas, c) in Deutschland oder d) im Brutgebiet.“ Für offene Items wurden maximal zwei Bewertungseinheiten vergeben: falsch=0 Bewertungseinheiten, wesentliche Inhalte und Konzepte z. T. richtig ausgeführt=1 Bewertungseinheit und wesentliche Inhalte und Konzepte vollständig und richtig ausgeführt=2 Bewertungseinheiten; für Multiple-Choice-Items galt: falsch=0 Bewertungseinheiten und richtig=1 Bewertungseinheit. Das Ergebnis zum kognitiven Wissen wurde als Summe der erreichten Bewertungseinheiten der offenen und der geschlossenen Items bestimmt. Tabelle 1 zeigt die für den Nachtest berechnete interne Konsistenz (Reliabilitätswert: Cronbachs Alpha) für den gesamten Itemsatz aus vier offenen und sieben geschlossenen Items (vgl. Bortz & Döring 2002, Lienert & Raatz 1998).

Der Museumsbesuch selbst war – mit Ausnahme der Items zur kognitiven Belastung – nicht mit weiteren Tests verbunden. Der Nachtest erfolgte zwei Wochen nach dem Museumsbesuch.

Unterrichtliche Vorbereitung in der Schule und der Unterricht im Naturkundemuseum

Vor der Untersuchung wurden die Schüler in zwei Gruppen, eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe, aufgeteilt. Die Versuchsgruppe erhielt eine Woche vor dem Museumsbesuch eine unterrichtliche Vorbereitung von 60 Minuten Dauer. Der Kontrollgruppe fehlte dieser vorbereitende Unterricht.

Unterrichtliche Vorbereitung in der Schule:

Die Schüler einer Klasse wurden in drei Gruppen eingeteilt und bearbeiteten zunächst in Einzelarbeit eigens für diese Unterrichtsstunde konzipiertes Material bestehend aus Illustrationen und Texten. Inhaltlich bereiteten die arbeitsungleichen Gruppen die Themen „Balz bei einheimischen Vögeln und Fischen“, „Jugendentwicklung und Jungenaufzucht bei Mäusen“ sowie „Anpassung der Körperform an die Lebensweise bei einheimischen Fischarten“ vor. Dieses Material wurde sowohl den konzeptionellen Anforderungen für den Unterrichtsgang wie auch den kognitiven Möglichkeiten der Schüler möglichst genau angepasst. Diese Unterrichtsphase dauerte 40 Minuten. Die Schüler arbeiteten anhand von Leitfragen die wichtigsten Informationen heraus. Nach dieser Einzelarbeit fanden sich je drei Schüler arbeitsungleicher Gruppen zusammen, um sich in dieser Gruppenarbeitsphase von 20 Minuten gegenseitig anhand von Leitfragen über das Neugelernte zu informieren. Jeder Schüler hat also in der Einzelarbeitsphase 40 Minuten lang Zeit, sich bezüglich seines Themas Kenntnisse anzueignen. In der darauf folgenden Gruppenarbeitsphase unterrichtet er zwei Mitschüler einige Minuten über dieses Spezialthema und wird von seinen Gruppenmitgliedern zu den beiden verbleibenden Themen informiert. Dieser Unterricht realisierte einen hohen Grad an Selbsttätigkeit. Die Schüler waren zu jeder Zeit aktiviert und konnten in den Grenzen der an sie gestellten offenen Leitfragen selbstgesteuert

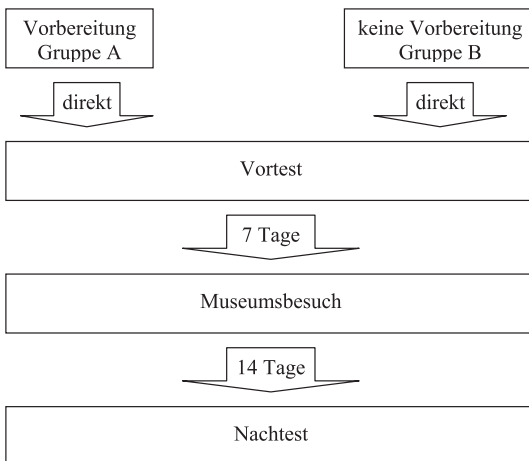


Abb. 2: Untersuchungsdesign (Erläuterungen siehe Text).

Versuchsdesign

Eine Woche vor dem Museumsbesuch fand die unterrichtliche Vorbereitung der Schüler der Versuchsgruppe statt. Unmittelbar darauf wurde der Vortest durchgeführt. Die Schüler der Kontrollgruppe bearbeiteten ebenfalls eine Woche vor dem Museumsbesuch den Vortest.

arbeiten. Diese Methode folgt der Grundidee des „Lernens durch Lehren“ (Renkl 1997). Auf Renkls Befunde hinsichtlich der Wirksamkeit dieser Methode, nämlich dass ein positiver Einfluss des Lernens durch Erklären weder als belegt noch als widerlegt gelten kann, wurde reagiert. Wir legten Wert auf einen strukturierenden Rahmen, so dass die Schüler möglichst effizient arbeiten konnten, sich aber in ihrer Autonomie nicht zu sehr eingeschränkt fühlten. Darum wurde z.B. transparent gemacht, dass vorbereitender Unterricht und Museumsunterricht nicht benotet werden. Die Vorbereitung der Schüler fand vor dem Vortest statt, um zu kontrollieren, inwiefern in diesem Vorunterricht Testwissen vermittelt wurde.

Unterricht im Naturkundemuseum:

Für alle Schulklassen lief der Museumsbesuch wie folgt ab. Je eine Klasse war an einem Untersuchungstag im Museum anwesend und wurde zufallsverteilt in zwei Untergruppen aufgeteilt, für die jeweils eine Betreuerin zuständig war. In einem Rotationssystem wurden diese Untergruppen zu den drei Arbeitsstationen im Museum geleitet. Für jede dieser Stationen hatten die Schüler etwa 30 Minuten Zeit, die entsprechenden Arbeitsaufträge zu bearbeiten. Eine Arbeitsstation bestand aus mehreren Unterstationen. Die Schüler wurden in selbst gewählte Kleingruppen von drei bis vier Schülern eingeteilt. Diese Gruppengröße erlaubt eine optimale lernwirksame Kooperation (vgl. Lou et al. 1996). Die Stationen beinhalteten vergleichbare Oberthemen wie die unterrichtliche Vorbereitung. Sie unterschieden sich jedoch immer in der konkreten inhaltlichen Exemplifizierung. Während in der Vorbereitung die Jugendentwicklung und Jungenaufzucht von Mäusen behandelt wurde, war das entsprechende Thema im Museum die Jugendentwicklung und Jungenaufzucht von Vögeln. Formal bestanden diese Arbeitsstationen zu etwa gleichen Teilen aus offenen, halboffenen und geschlossenen Aufgaben. Dieser Mix aus unterschiedlich stark instruierenden Formen erlaubt den weniger „museumserfahrenen“ Schülern mindestens einen Teil der Aufgaben gut zu bearbeiten. Jedes Arbeitsblatt begann mit einer aus weni-

gen Sätzen bestehenden narrativ gestalteten Einführung einer eigens entwickelten Leitfigur (vgl. CTGV 1997). Damit wurde für jeden Aufgabenblock ein für Schüler nachvollziehbarer Anlass und Interpretationshintergrund zur Lösung gegeben. Die Betreuerin einer Teilgruppe hielt sich nach organisatorischen Vorbemerkungen und dem Austeilen der Arbeitsbögen im Hintergrund, war aber immer ansprechbar. Damit sollte eine möglichst optimale Mediation durch Experten (zahlenmäßig günstiges Betreuerverhältnis) und Mitschüler (gemeinsame Bearbeitung der Aufgaben in Kleingruppen) gewährleistet werden. Nach dieser Unterrichtsphase hatten die Schüler eine halbe Stunde Zeit, das Museum „ad libitum“ zu erkunden. Es wurde ihnen fakultativ eine „Museumsrallye“ angeboten. Die Versuchsleiterin war während des gesamten Museumsbesuchs anwesend.

3 Ergebnisse

Zuerst interessiert der allgemeine Lernerfolg des Museumsunterrichts. Vermutet wurde ein Wissenszuwachs durch den Unterrichtsgang im Naturkundemuseum unabhängig von der Art der Vorbereitung. Wie Abbildung 3 zeigt, erhöht sich das Testergebnis vom Zeitpunkt des Vortestes (T-1) hin zum Zeitpunkt des Nachtests (T-2) höchst signifikant ($t=7.61$, $df=96$, $p<.001$). Die Schüler verfügen nach dem Museumsbesuch über deutlich mehr Wissen. Dieser Wissenszuwachs ist erheblich. Die Effektstärke von $d=.92$ deutet – insbesondere den späten Zeitpunkt von T-2 berücksichtigend – auf einen bedeutsamen Lerneffekt hin (vgl. Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer 1998). Die zentrale Frage der Untersuchung bezieht sich auf die Auswirkungen des vorbereitenden Unterrichts in der Schule. Sind konzeptionelle Wissenshintergründe, die kein Testwissen beinhalten, lernwirksam für den Unterrichtsgang in das Naturkundemuseum? Bei dieser quasiexperimentellen Untersuchung ist zunächst entscheidend, die Vortestergebnisse der Kontroll- und der Versuchsgruppe zu vergleichen: Die Messwerte liegen sehr nah zusammen. Wie Abbildung 4 zeigt, sind sie nicht signifikant verschieden ($t=0.68$, $df=95$, n.s.). Demnach gibt es in der Ausgangssituation vor dem

Museumsbesuch – zumindest, was das Testwissen angeht – zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe keine Unterschiede trotz des vorbereitenden Unterrichts der Versuchsgruppe. Die Versuchsgruppe schneidet im Nachtest mit einem Durchschnittswert von 6.46 Punkten hoch signifikant besser ab als die Kontrollgruppe mit 4.86 Punkten ($t=2.81$, $df=95$, $p<.01$; vgl. Abbildung 4). Der Lerneinfluss des vorbereitenden Unterrichts ist mit einer Effektstärke von $d=.57$ bedeutsam (vgl. Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer 1998).

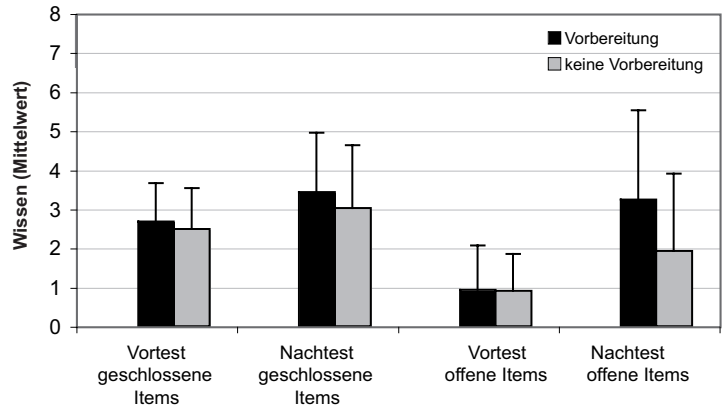


Abb. 5: Wissensunterschiede der Schüler bezüglich der unterschiedlichen Vorbereitung bei geschlossenen Items (max. 7 Punkte) und offenen Items (max. 8 Punkte) für Vortest und Nachtest (N = 97).

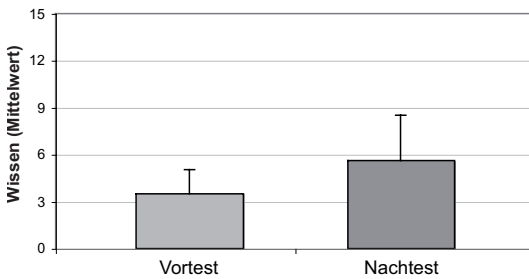


Abb. 3: Durchschnittlicher Lernerfolg aller Schüler (max. 15 Punkte, N = 97).

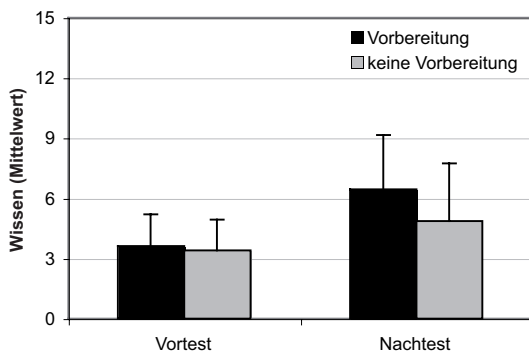


Abb. 4: Wissensunterschiede der Schüler bezüglich der unterschiedlichen Vorbereitung für den gesamten Itemsatz für Vortest und Nachtest (max. 15 Punkte, N = 97)

Ungeklärt ist die Verfügbarkeit dieses im Museum erworbenen Wissens. Handelt es sich eher um träges Informationswissen oder möglicherweise um in offenen Situationen anwendbares Handlungswissen? Zur Einschätzung dieser Frage wurden die offenen und die geschlossenen Testitems getrennt analysiert. Eine gute Beantwortung der offenen Items könnte auf flexibleren Umgang mit dem neu erworbenen Wissen hinweisen. Gute Ergebnisse der geschlossenen Items könnten eher auf gute, v.a. reproduktive Leistungen schließen lassen. Die Ergebnisse der geschlossenen Items unterscheiden sich zu beiden Testzeitpunkten für Versuchs- und Kontrollgruppe nicht (T-1: $t=0.89$, $df=95$, n.s.; T-2: $t=1.31$, $df=95$, n.s.; vgl. Abbildung 5). Auf dieser Ebene scheinen die beiden Gruppen gleich gut gelernt und behalten zu haben. Das Ergebnis zu den offenen Items ist jedoch aufschlussreich: Bei kaum unterscheidbaren Vortestwerten zwischen den beiden Gruppen schneiden die Schüler der Versuchsgruppe im Nachtest signifikant besser ab als die der Kontrollgruppe (T-1: $t=0.16$, $df=95$, n.s.; T-2: $t=3.04$, $df=95$, $p<.01$; vgl. Abbildung 5). Für offene Fragen ist der vorbereitende Unterricht von hoher Effektivität: $d=0.62$ (vgl. Häußler, Bündler, Duit, Gräber & Mayer 1998).

4 Diskussion

Mit dem Ziel, das Erlernen anwendbaren Wissens zu steigern, wurde vorbereitender Unterricht für einen Museumsgang entwickelt. Die vorher unterrichtete Versuchsgruppe erzielte in einem Wissenstest zwei Wochen nach dem Museumsbesuch bessere Resultate als die Kontrollgruppe, die ohne den vorbereitenden Unterricht das Museum durchlief.

Auffällig ist das relativ niedrige Wissensniveau der Schüler im Nachtest. Die Gründe liegen zunächst im hohen Schwierigkeitsgrad der Tests. Im Vortest erreichen die Schüler bezüglich der geschlossenen Items kaum Ergebnisse über der Ratewahrscheinlichkeit. Die nur wenig besseren Resultate im Nachtest sind wahrscheinlich u. a. auf den Zeitpunkt des Nachtests zwei Wochen nach der Intervention und nicht direkt im Anschluss an den Museumsbesuch und auf Beharrungstendenzen im Antwortverhalten bei Multiple Choice Items zurückzuführen. Bei den offenen Items erklärt sich das niedrige Nachtestniveau anders. Die Schüler haben fast beliebigen Raum, ihre Kenntnisse in aller Breite auszuführen. Darin liegt einer der Gründe für die relativ niedrigen Werte im Nachtest. Es gab bei den offenen Items nur die Bewertungsstufen „falsch“ (0 Bewertungseinheiten), „wesentliche Inhalte und Konzepte z. T. richtig ausgeführt“ (1 Bewertungseinheit) und „wesentliche Inhalte und Konzepte vollständig und richtig ausgeführt“ (2 Bewertungseinheiten). Bei fachlichen Fehlern wurden nie zwei Bewertungseinheiten vergeben. Von Schülern sehr breit beantwortete offene Fragen beinhalten jedoch oft fachliche Fehler, so dass häufig für die offenen Items keine vollen Punktzahlen vergeben werden konnten. Für den relativen Vergleich zwischen Vor- und Nachtest oder zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe spielte das Niveau der Ergebnisse in diesem mittleren Bereich keine bedeutsame Rolle.

Trotz gleicher Vortestergebnisse und des gleichen Treatments im Museum lernen die vorbereiteten Schüler besser. Zwei Ebenen lassen sich diskutieren:

1. Haben vorbereitete Schüler ihr Wissen nur länger parat als die nicht Vorbereiteten? Geht es also v. a. um bessere Behaltensleistungen?

2. Oder lernen vorbereitete Schüler qualitativ besser, d. h. begreifen sie eher Inhalte und Zusammenhänge und verknüpfen sie durch den Vorunterricht ihr Wissen besser? Das würde wahrscheinlich ebenfalls zu höheren Behaltensleistungen führen.

Das Design erlaubt keine ganz eindeutige Antwort. Wie die obige Differenzierung zeigt (vgl. Abbildung 4 und 5), lässt sich der höhere Lernerfolg der Schüler mit Vorunterricht v. a. auf ihre besseren Resultate bei den offenen Items zurückführen. Bei den geschlossenen Items finden sich zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Geht man davon aus, dass die Beantwortung von offenen Items höhere kognitive Prozesse erfordert oder zumindest möglich macht, dann haben die vorbereiteten Schüler wahrscheinlich wirklich besser gelernt. Eine Analyse der verwendeten Items nach Anderson und Krathwohl (2001) bestätigt dieses Bild. Während für die geschlossenen Items meist der kognitive Prozess Reproduktion und hier nur Wiedererkennen für eine erfolgreiche Bearbeitung der Items nötig ist, erfordern offene Items zunächst die Ebene des Erinnerns, dann müssen sich die Schüler über die Ausführung ihrer Antwort klar werden und konstruierend realisieren. Immer geht es also mindestens um erklärendes Ausführen des Gelernten (z. B. interpretieren, ein Beispiel geben, erklären). Es wird die Ebene des Verstehens eingefordert. Des Weiteren liegt ja gerade die Stärke der offenen Items darin, den Schülern Raum zu geben für eigene Überlegungen. Damit werden höhere kognitive Leistungen möglich. Inwieweit tatsächlich Handlungswissen im Sinne von Reinmann und Mandl (2004) erworben wurde, lässt sich mit dieser Auswertung und diesen Tests nicht klar belegen. Sicher ist jedoch, dass Schüler, die offene Items gut beantworten, viel eher verfügbares Wissen erworben haben als Schüler, die bei offenen Items scheitern.

Interessant sind die erheblichen Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe im Nachtest. Diese Unterschiede gewinnen Bedeutung durch Umfang und Art des Vorunterrichts. Der vorbereitende Unterricht bestand aus einer Einzelarbeitsphase von 40 Minuten

und einer Gruppenarbeitsphase von 20 Minuten. Das bedeutete hier, jeder Schüler beschäftigte sich etwa eine Dreiviertelstunde intensiv, aktiv und selbstgesteuert mit seinem Thema und jeweils kaum mehr als fünf Minuten in eher passiv rezeptiver Haltung mit den beiden anderen Konzepten. Trotzdem schneiden die Schüler mit Vorunterricht im Nachtest erheblich besser ab. Mehrere Deutungen erscheinen plausibel:

1. Die Schüler beschäftigen sich in der ersten Unterrichtsphase im Hinblick auf eine kurze Besprechung mit zwei ihrer Klassenkameraden sehr intensiv mit ihrem Thema, so dass sie alle Inhalte ihres Spezialthemas im Museum sehr gut lernen und später im Test beherrschen. Dieser Grundannahme folgt die Methode des „Lernen durch Lehren“ (Renkl 1997).

2. Die fünfminütigen Schülerinformationen sind bezüglich der Konzepte wirksam. Der Lernunterschied lässt sich auf guten Unterricht der Klassenkameraden in der zweiten Unterrichtsphase zurückführen.

3. Der Vorunterricht beeinflusst insgesamt die Haltung der Schüler. Durch den vorunterrichtlichen Kontext wird der Museumsbesuch selbst eher als Unterricht gesehen, in dem die Schüler bereit sind, sich mühevoll Kenntnisse anzueignen.

Die erste Deutung, die Kenntnisse aus dem Spezialthema seien entscheidend, ist nahe liegend, reicht jedoch nicht aus, den höheren Lernerfolg der Versuchsgruppe zu erklären. Allein bei den offenen Items liegt die Versuchsgruppe fast zwei Bewertungseinheiten über den geschlossenen. Dieser Unterschied lässt sich rein rechnerisch durch das eine offene Item, das sich auf das eine im Vorunterricht bearbeitete Thema bezieht, nicht aufklären. Der zweite Ansatz erscheint aufgrund der kurzen Dauer der Schülererklärung und der wahrscheinlich im Vergleich zu Erklärungen von Lehrern geringeren Güte als kaum wahrscheinlich. Zwei Punkte sind dem entgegenzuhalten: Reinmann-Rothmeier und Mandl (2001) betonen die Bedeutung von Interaktionen zwischen Lernern. Falk und Dierking (2000) heben den wichtigen Einfluss auf den Lernerfolg von Mitschülern als Mediatoren hervor. Man sollte diesen Ein-

flussfaktor darum ernst nehmen. Besonders ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Museumsbesuch erst eine Woche nach dem Vorunterricht stattfindet. Es ist wahrscheinlich, dass in Erwartung des Museumsbesuchs weitere Interaktionen zwischen den Schülern bezüglich evtl. unverstandener Konzepte stattgefunden haben. Damit wäre dieser Vorunterricht als „Perturbation“ im Sinne von Maturana und Varela (1987) zu sehen und könnte bis in die Alltagswelt der Schüler hineingewirkt haben. Der letzte Punkt, Vorunterricht als „Programmierung“ für den Museumsunterricht, zielt auf die Erwartung der Schüler ab, einer der Schlüsselfaktoren des individuellen Kontextes Falk und Dierkings (2000) Theorie zum Museumslernen und damit ein potenziell wesentlicher Einflussfaktor.

5 Schulische Perspektive

Die unterrichtliche Relevanz dieser Untersuchung liegt auf der Hand. Während konzeptionell unvorbereitete Besuche des außerschulischen Lernortes Naturkundemuseum eher zu unverbundenem Wissen führen, das schlecht erinnert wird, nützt entsprechende Vorbereitung dabei, erinnerbares und verfügbares Wissen zu erwerben. Gerade das Fehlen eines konkreten Inhaltsbezugs unterstreicht die unterrichtliche Relevanz. Denn selbst weit vom Schulort entfernte Museen, die keine Vorexkursion der Lehrperson gestatten und in Ermangelung der Kenntnisse der konkreten Exponate eine präzise inhaltliche Vorbereitung nicht erlauben, bieten fast immer Möglichkeiten, sich allgemein zu informieren und damit die Schüler konzeptionell vorbereiten zu können. Dies aber bietet den Schülern den Interpretationshintergrund, der eine sinnvolle subjektive Konstruktion jedes einzelnen Schülers besser ermöglicht.

6 Danksagung

Die hier vorgestellte Untersuchung wurde durchgeführt in Zusammenarbeit mit dem Naturkundemuseum in Berlin und der Abteilung Didaktik der Biologie an der Humboldt-Universität zu Berlin. Stellvertretend seien Herr Dr. M. Spieler, Herr H. Hellwig und Frau Prof. Dr. A. Upmeyer zu Belzen genannt. Ihre Koopera-

tion hat diese Untersuchung erst ermöglicht. Zu großem Dank sind wir außerdem Frau A. Zander, Herrn T. Strunk und Frau I. Heuer verpflichtet, die maßgeblich an der Durchführung beteiligt waren. Zuletzt sei ganz besonders Herrn Dr. D. Urhahne von der Ludwig-Maximilian-Universität in München für seine begleitende Hilfe und seine wertvolle Kritik gedankt.

Literatur

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Hrsg.) (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman.
- Baumert, J. (2001). PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., Köller, O. & Neubrand, J. (1997). TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Bogner, F. X. & Wilhelm, M.G. (1996). Environmental perception of pupils. Development of an attitude and behaviour scale. *The Environmentalist*, 16, 95-110.
- Bogner, F. X. (1998). The influence of short-term outdoor ecology education on long-term variables of environmental perception. *Journal of Environmental Education*, 29, 17-29.
- Bortz, J. & Döring N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (3. ed.). Heidelberg, Berlin, New York: Springer.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.
- The Cognition and Technology Group at Vanderbilt (CTGV) (1997). *The Jasper project: lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of Research in Personality*, 19, 109-134.
- Deci, E. & Ryan, R. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik* 39, 223-238.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2000). The what and why of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry* 11(4), 227-268.
- Falk, J. H. & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Walnut creek: Altamira-Press.
- Gräsel, C. & Mandl, H. (1993). Förderung des Erwerbs diagnostischer Strategien in fallbasierten Lernumgebungen. *Unterrichtswissenschaft*, 21, 355-370.
- Gräsel, C. (1997). *Problemorientiertes Lernen. Strategieanwendung und Gestaltungsmöglichkeiten*. Göttingen: Hogrefe.

- Gräsel, C. (2000). Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. In H. Bayrhuber & U. Unterbrunner (Hrsg.), *Lehren und Lernen im Biologieunterricht*. Innsbruck, Wien, München: Studien Verlag.
- Grolnick, W. S. & Ryan, R. M. (1987). Autonomy in children's learning: An experimental and individual difference investigation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52, 890-898.
- Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A. (2000). Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In H. Mandl, J. & Gerstenmaier (Hrsg.), *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Handlungsansätze*. Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Killermann, W. (1999). Zoopädagogik – eine Chance für alternative Lehrmethoden. In: Tagungsbericht der 14. Tagung deutschsprachiger Zoopädagogen, München.
- Killermann, W., Hering, P. & Starosta, B. (2005). *Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik*. (11. Aufl. Neubearbeitung), Donauwörth: Auer.
- Krapp, A. (1992). Das Interessenkonstrukt – Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung. Neure Ansätze einer pädagogisch-psychologischen Interessenforschung*. Münster: Aschendorff.
- Lienert, G. A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Linn, M. C. (1990). Establishing a science and engineering base for science education. In M. Gardner, J. G. Greeno, F. Reif, A. H. Schoenfeld, A. di Sessa, & E. Stage (Hrsg.), *Toward a scientific practice of science education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lou, Y., Abrami, P. C., Spence, J. C., Poulsen, C., Chambers, B. & D'Appolonia, S. (1996). Within-class grouping: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 66, 423 – 458.
- Maturana, H., Varela, F. (1987). *Der Baum der Erkenntnis: Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens*. Bern, München, Wien: Scherz Verlag.
- Paas, F. G. & van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skill: a cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86, 122-133.
- Paas, F. G., van Merriënboer, J. J. & Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and motor skills*, 79, 419 – 430.
- Prenzel, M., Carstensen, C. H. & Zimmer, K. (2004). Von PISA 2000 zu PISA 2003. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrand, R. Pekrun, H.-G. Rolff, J. Rost & U. Schiefele (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann Verlag.
- Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H. & Prenzel, M. (1994). *Computerunterstützte Lernumgebungen*. Erlangen: Publicis MCD.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1997). Lehren im Erwachsenenalter. Auffassungen vom Lehren und Lernen, Prinzipien und Methoden. In F. E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie D/I/4. Psychologie der Erwachsenenbildung* Göttingen: Hogrefe.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1999). *Instruktion*. In Ch. Perleth & A. Ziegler (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Grundlagen und Anwendungsfelder*. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch*. Weinheim: BeltzPVU.
- Reinmann, G. & Mandl, H. (Hrsg.) (2004). *Psychologie des Wissensmanagements*. Göttingen: Hogrefe.
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47, 78-92.
- Renkl, A. (1997). *Lernen durch Lehren: Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Resnick, L. B. & Williams Hall, M. (1998). *Learning organizations for sustainable education reform*. *Daedalus*, 127, 89-118.
- Ryan, R. M. & Deci, L. E. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.

Dr. Matthias Wilde ist Junior-Professor und Leiter der Abteilung Biologiedidaktik (Humanbiologie/Zoologie) an der Universität Bielefeld.

Katrin Bätz ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Biologiedidaktik (Humanbiologie/Zoologie) an der Universität Bielefeld.

Dr. Matthias Wilde
Universität Bielefeld
Fakultät für Biologie
Biologiedidaktik
Universitätsstraße 25
D-33615 Bielefeld