

Kognitive und motivationale Auswirkungen unterschiedlicher Lernerperspektiven im Rahmen einer interaktiven Ausstellung zum Thema Fortbewegung bei Mensch und Tier

Karsten Damerau, Katrin Bätz & Matthias Wilde¹

Kurzfassung

Die folgende Untersuchung basiert auf dem gemäßigt konstruktivistischen Ansatz von REINMANN und MANDL (2006). Neben der Situierung und Kontextualisierung von Lernprozessen sehen sie die Notwendigkeit, Schülern verschiedene Perspektiven zu bieten, um Flexibilität bei der Anwendung von Gelerntem zu ermöglichen. Gemäß ihren Leitlinien für problemorientierten Unterricht wurde im außerschulischen Lernort Universität eine interaktive Ausstellung zum Thema Fortbewegung bei Mensch und Tier entwickelt. In der vorliegenden Untersuchung wurden an vier Treatmentgruppen in einem Pre-Posttest-Design Lernerfolg und Flow-Erleben von Gymnasialschülern der sechsten Jahrgangsstufe (N = 172) beim Besuch der Ausstellung untersucht. Konstituierend für die Unterschiedlichkeit der Treatments waren die Darbietungen ergänzender Perspektiven zur Präsentation der jeweiligen problemhaltigen Aufgaben. Bei allen Treatmentgruppen wurde ein signifikanter Lernerfolg beobachtet. Im kognitiven Lernerfolg ließen sich die erwarteten statistischen Unterschiede nicht feststellen. Im prozessbezogenen Maß intrinsischer Motivation, dem Flow-Erleben, wurden signifikante Unterschiede zwischen den Treatmentgruppen nachgewiesen.

Keywords

Außerschulischer Lernort, Flow-Erleben, kognitiver Lernerfolg, Lernerperspektiven

1 Theorie

Ein zentrales Problem naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland ist die mangelnde Aktivierung des fächerübergreifend vorhandenen kognitiven Potentials der Schüler (vgl. LEUTNER, KLIEME, MEYER & WIRTH 2004). Ihnen fällt es vielfach schwer, in der Schule erworbenes Wissen auf Alltagsprobleme

¹ Eingereicht am 08.10.2008, angenommen am 15.12.2008

zu übertragen. Das Schulwissen bleibt träge (RENKL 1996). Dies wird deutlich bei der Lösung lebensnaher Probleme im Bereich der naturwissenschaftlichen Grundbildung (vgl. STANAT ET AL. 2003). Ursächlich für diesen Missstand könnte eine dem deutschen Schulunterricht nach wie vor innewohnende Grundhaltung vieler Lehrer sein, welche REINMANN und MANDL (2006) als „Primat der Instruktion“ bezeichnen. Gemeint ist ein betont *gegenstandszentrierter Unterricht*, der sich durch eine kognitivistisch geprägte Grundhaltung auszeichnet. Lernen ist demnach ein Informationsverarbeitungsprozess, bei dem Lerngegenstände in systematisch geplanter Form vom aktiven Lehrer auf den passiven Lerner übertragen werden. Dieses durch systematisierte Vermittlung erreichte Lernergebnis kann oft den komplexen und unstrukturierten Alltagsproblemen nicht gerecht werden (vgl. REINMANN & MANDL 2006). In *radikal konstruktivistischen Ansätzen* wird systematisch gesteuertes Lernen dagegen abgelehnt. Dem Lerner wird die Autonomie zugestanden, sich seine subjektive Wirklichkeit aktiv zu konstruieren (GLASERSFELD 1992). Lernsituationen, die ein sehr hohes Maß an Selbstbestimmung zulassen, erfordern Überblick über den Lernstoff, Einsicht in den eigenen Kenntnisstand und in die eigenen Fähigkeiten sowie größte Disziplin, um effizientes Lernen zu erreichen. In der Praxis kann das leicht zu Überforderung führen (GRÄSEL & MANDL 1993). Dies betrifft oftmals Lernende mit eher ungünstigen Lernvoraussetzungen (REINMANN & MANDL 2006). Leistungsstarke Schüler dagegen können in sehr offenen Situationen optimal beansprucht sein. Durch die Umsetzung radikal konstruktivistischer Ansätze kann sich die Schere zwischen lernstarken und lernschwachen Schülern weiter öffnen (REINMANN & MANDL 2006). Mangelhafte Effizienz und die problematische Umsetzung radikal konstruktivistischer Ansätze begünstigte die Entwicklung der pragmatischen Position des *gemäßigten Konstruktivismus*. Interessanterweise bildeten sich im Rahmen dieser vermittelnden Position „konstruktivistische Instruktionsansätze“, wie z.B. der *Anchored-Instruction-Ansatz*, heraus (REINMANN & MANDL 2006). Der *Anchored-Instruction-Ansatz* wurde von der COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT (CTGV, 1997) entwickelt, um das Problem des trägen Wissens zu bewältigen (vgl. REINMANN & MANDL 2006). Zentrales Kennzeichen dieses Ansatzes ist die Verwendung von narrativen Ankern. Diese werden im Unterricht in Form von Erzählungen oder Beschreibungen authentischer Problemsituationen eingesetzt. Die Probleme sollen von den Lernenden eigenständig identifiziert und gelöst werden (vgl. REINMANN & MANDL 2006; LOMPSCHER 2006).

Als zentrales Gestaltungsprinzip moderat konstruktivistisch orientierten Unterrichts gilt *Problemorientierung* (vgl. REINMANN & MANDL 2006). Im Sinne des *problem-based learning* wird darunter die Bearbeitung authentischer Problemstellungen in Kleingruppen verstanden (DOCHY, SEGERS, VAN DEN BOSSCHE & GIJBELS 2003, REINMANN & MANDL 2006). In ihrem gemäßigt konstruktivistischen Ansatz verbinden REINMANN und MANDL (2006) Instruktion und Konstruktion in pragmatischer Weise, indem sie den Aspekt der Problemorientierung als Versuch der Integration gegenstandszentrierter und situierter Lernumgebungen in den Vordergrund rücken. Sie stellen dazu fünf Leitlinien problemorientierten Unterrichts auf: 1. „Situier und anhand authentischer Probleme lernen“, 2. „In multiplen Kontexten lernen“, 3. „Unter multiplen Perspektiven lernen“, 4. „In einem sozialen Kontext lernen“ und 5. „Mit instruktionaler Unterstützung lernen“ (REINMANN & MANDL 2006).

Für die vorliegende Studie wurden der kognitive Lernerfolg und das Flow-Erleben unter Operationalisierung der Leitlinie „Unter multiplen Perspektiven lernen“ als zentraler Untersuchungsgegenstand bestimmt. Nach REINMANN und MANDL (2006) können Problemfragen aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet und unter verschiedenen Aspekten beleuchtet werden, um so Flexibilität im Einsatz des Gelernten zu erreichen. Das Lernen unter multiplen Perspektiven hat das Potential, anwendungsbezogenen Wissenserwerb zu fördern (REINMANN & MANDL 2006). Hierfür ist jedoch instruktionale Unterstützung erforderlich (RENKL 1997). DÖRR und STRITTMATTER (2002) sehen die Notwendigkeit, verschiedene Perspektiven desselben Sachverhalts zu bieten, um so die kognitive Flexibilität der Lernenden zu fördern. SPIRO und JEHNG (1990) stellen auf Grundlage der *Cognitive Flexibility Theory* dar, dass eine Informationsdarbietung aus unterschiedlichen Perspektiven erforderlich ist, um Wissen in neuen Kontexten anwenden zu können. Auch wenn das Konstrukt der Perspektiven bereits Gegenstand früherer Untersuchungen war, so wurde es nicht einheitlich definiert. Im Folgenden wird der Begriff der Perspektiven als die Darstellung von Problemsachverhalten aus ergänzenden Blickwinkeln aufgefasst. Ergänzend bedeutet in diesem Zusammenhang, dass dem Lerner ein neuer Blickwinkel in Ergänzung zu seiner eigenen, ihm innewohnenden Sichtweise aufgezeigt wird (vgl. REINMANN & MANDL 2006). Hierfür werden in Anlehnung an den *Anchored-Instruction-Ansatz* narrative Anker eingesetzt. In der vorliegenden Studie handelte es sich dabei um narrative Anstöße durch wiederkehrende Comicfiguren. Die Wahrnehmung einer Problemstellung aus einem anderen, dem Schüler neuen Blickwinkel erfordert ein über reines Bewusstsein von Subjektivität hinausgehendes reflexives Selbstverständnis. Dieses ermöglicht ihm eine Erschließung des

Denkens anderer (vgl. SILBEREISEN & AHNERT 2002). Perspektivenübernahme ist ein Teilaspekt von Empathie (vgl. BIERHOFF 2006). Sie leistet somit einen Beitrag zur problemspezifisch-lerninhaltgebundenen Bedeutungsbeimessung. Hieraus leitet sich ihr Einfluss auf die Motivationsentwicklung des Lernenden ab (vgl. KILLERMANN, HIERING & STAROSTA 2005, 64). Bei der in dieser Studie beabsichtigten Operationalisierung ergänzender Perspektiven könnte die Wahrnehmung eines Problemsachverhaltes aus unterschiedlicher Sicht zu einem besseren Verständnis der Alltagsbedeutung der Problemsituation führen. Die Lösung eines so kontextualisierten Problems könnte dem Lerner zudem die Wahrnehmung höherer eigener Kompetenzen vermitteln. Bei hinreichender Selbstbestimmtheit kann erhöhte wahrgenommene Kompetenz die Triebfeder für intrinsisch motiviertes Verhalten sein (DECI & RYAN 1993).

Insbesondere für die prozessbezogene Form intrinsischer Motivation, das Flow-Erleben, spielt die Wirkung ergänzender Sichtweisen vermittelt über das Kompetenzerleben eine entscheidende Rolle. Unter dem Begriff Flow versteht CSIKSZENTMIHALYI (2005) das völlige Aufgehen in einer Tätigkeit. Die Handlung wird als ein Fließen erlebt, wobei jeder Schritt glatt in den nächsten übergeht, „(...) als liefe das Geschehen gleitend wie aus einer inneren Logik [heraus]“ (RHEINBERG, VOLLMEYER & ENGESER 2003). Die gesamte Aufmerksamkeit des Handelnden gilt der Ausführung der Tätigkeit. Eine Reflexion findet nicht statt (CSIKSZENTMIHALYI 2005, 61). Flow kann bei fast allen Handlungen auftreten. Das gilt auch für Tätigkeiten, die scheinbar kein Vergnügen beinhalten (CSIKSZENTMIHALYI 2005, 59), oder für Tätigkeiten, die extrinsisch angestoßen werden. Außerschulische Lernprozesse im schulischen Kontext werden oft zunächst von außen in Gang gesetzt. Auch in diesem Fall können Phasen von Flow-Erleben auftreten. Dieser *Flow* entspricht ebenfalls autotelischem Erleben (CSIKSZENTMIHALYI 2005, 59): Das Ziel der Handlung wird die Handlung selbst. Als zentrale Voraussetzung für das Erleben von Flow in einer Tätigkeit nennt CSIKSZENTMIHALYI (2005) das Gleichgewicht zwischen den Handlungsanforderungen und der Fähigkeit der handelnden Person. Entscheidend ist somit, dass der Handelnde trotz unter Umständen hoher Anforderungen immer das Gefühl hat, alles unter Kontrolle zu haben. Bei diesem Gefühl handelt es sich um eine unterbewusst wahrgenommene Gewissheit, dass man alle Anforderungen der aktuellen Situation bewältigen kann (vgl. CSIKSZENTMIHALYI 2005, 70). Diese Gewissheit kann durch die Erweiterung des eigenen, begrenzten Spektrums mittels ergänzender Sichtweisen auf eine Problemstellung gestärkt werden. Ergänzende Sichtweisen gewähren Einblicke in eine Problemstellung, welche den

Problemlösestrategien des Lerners alternative Angriffsmöglichkeiten zur Problemlösung bieten. Dem Lerner offenbaren sich hierdurch zusätzliche Handlungsalternativen, welche die Gewissheit bestärken, den auftretenden Anforderungen gewachsen zu sein (vgl. CSIKSZENTMIHALYI 2005, 121).

Das Ziel dieser Untersuchung ist die Überprüfung der Lernwirkung zusätzlicher Lernerperspektiven implementiert in Form von narrativen Anstößen durch Comicfiguren auf kognitiven Lernerfolg und prozessbezogene intrinsische Motivation.

2 Didaktische Operationalisierung

Die folgende Umsetzung kombiniert zentrale Aspekte des *problemorientierten Lernens* sowie des *Anchored-Instruction-Ansatzes* im Rahmen der Entwicklung einer außerschulischen Lernausstellung (vgl. FLECHSIG 1983, 248) zum Thema *Fortbewegung bei Mensch und Tier*.

Zur Operationalisierung multipler Perspektiven (REINMANN & MANDL 2006) wurden vier Treatments entwickelt: NEUTRAL, ICH, BEOBACHTER und DIALOG. Die konkrete Umsetzung dieser ergänzenden Perspektiven erfolgte mit Hilfe vermittelnder Comicfiguren auf Arbeitsblättern. Diese sollten die interessante und anschauliche Darstellung eines Problemsachverhaltes aus einem bzw. zwei ergänzenden Blickwinkeln ermöglichen. Ihre Funktion war es weiterhin, die Schüler an die Problemstellung heranzuführen, sie zur Wissensaneignung zu motivieren und den Wissenserwerb im unmittelbaren Anwendungskontext zu unterstützen (vgl. RENKL 2006).

Bestärkt wird die Ankerfunktion von Comicfiguren durch ihre Wirkung als emotional gefärbtes, vermittelndes Medium. Wie TULODZIECKI (1997) darstellt, besitzen Medien das Potential, die Schüler in ihrer Emotionalität zu erreichen. Dieses Grundbedürfnis wird tangiert, um es in Beziehung zu setzen zu den eher sekundären Bedürfnissen des Wissens und Verstehens (vgl. TULODZIECKI 1997, 3). In der vorliegenden Studie wurden die Comicfiguren demnach eingesetzt, um als emotionaler Anker das Interesse der Schüler zu wecken und diesen die Problemstellung aus dem entsprechenden Blickwinkel näher zu bringen.

Der folgende Abschnitt gibt einen konkreteren Überblick über die Operationalisierung der vier Treatmentgruppen NEUTRAL, ICH, BEOBACHTER und DIALOG: Auf den Arbeitsbögen der Treatmentgruppe NEUTRAL wurden so sachlich wie möglich Probleme aufgeworfen, die der Ausstellungsbesucher sich zu eigen machen konnte. Der Blickwinkel des

Besuchers wurde durch keine explizite zusätzliche Perspektive beeinflusst. Die Umsetzung des Treatments NEUTRAL erfolgte ohne Comicfiguren. Dieses Treatment wurde als Kontrolle zu den übrigen Treatments aufgefasst. Die Treatments ICH und BEOBACHTER boten zu der dem Ausstellungsbesucher innewohnenden Perspektive jeweils *einen* zusätzlichen Blickwinkel an. Den Schülern der Treatmentgruppe BEOBACHTER wurde die ergänzende Perspektive eines außenstehenden Beobachters präsentiert, der ein Problem aus seiner Sicht beleuchtet. Der Beobachter wird durch eine Wissenschaftlerin dargestellt, die den Sachverhalt aus dem Blickwinkel eines Menschen beschreibt (vgl. Abb. 1).

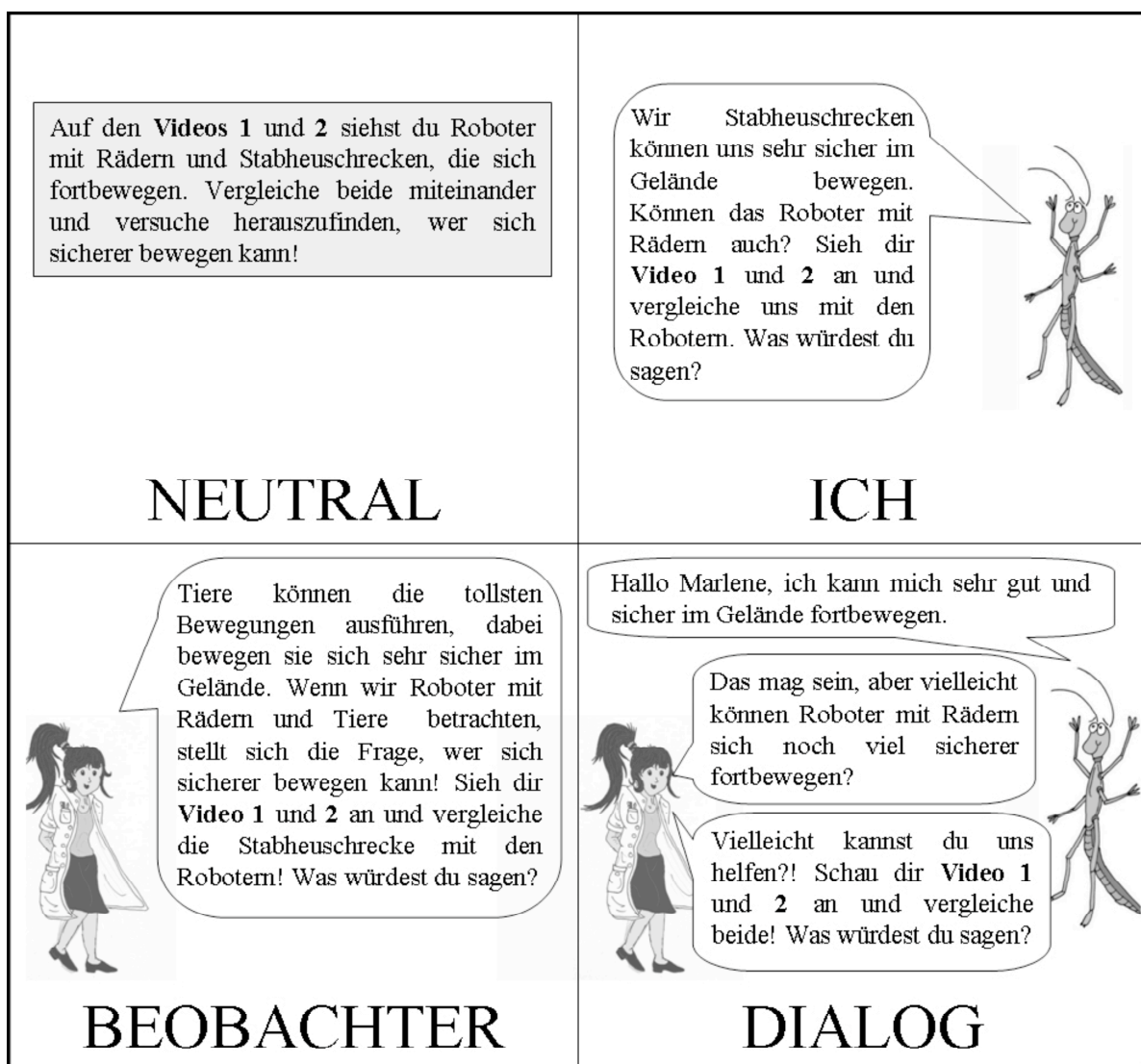


Abb. 1: Beispiel für die Umsetzung der vier Treatments auf den Arbeitsblättern: NEUTRAL, ICH, BEOBACHTER und DIALOG (Bildquelle: Eigene Abbildung).

Den Schülern der ergänzenden ICH-Perspektive wurden die Problemsachverhalte aus der Sicht des betroffenen Untersuchungsobjekts in der ersten Person Singular vorgestellt. Auf diese Weise sollten Identifizierungen mit den untersuchten Tieren erleichtert und die emotionale Qualität der beschriebenen Situation beeinflusst werden (vgl. TULODZIECKI 1997, RHEINBERG 1999). Um außerdem den Einfluss der gleichzeitigen Darbietung mehrerer Perspektiven feststellen zu können, wurde das Treatment DIALOG eingerichtet. Die ungelöste Situation ergab sich aus einer Unterhaltung der Repräsentanten des ICH- und des BEOBACHTER-Blickwinkels. Einzig hier wurden dem Ausstellungsbesucher neben seiner eigenen Sicht des Sachverhalts *zwei* weitere ergänzende Perspektiven angeboten, so dass im engeren Sinne nur bei dem Treatment DIALOG von *multiplen Perspektiven* gesprochen werden kann.

3 Hypothesen

Von REINMANN und MANDLS (2006) Leitlinie „Unter multiplen Perspektiven lernen“ ausgehend, sollten sich ergänzende Perspektiven positiv auf die Anwendbarkeit von Gelerntem auswirken. Entsprechend sollten Schüler, denen ergänzende Perspektiven geboten werden, insbesondere beim Lösen problemorientierter Fragestellungen besser abschneiden als Schüler, denen diese Blickwinkel vorenthalten werden. Die *erste Hypothese* greift diese Annahme auf: Ergänzende Blickwinkel auf eine im Lernprozess genutzte Problemstellung erhöhen den kognitiven Lernerfolg. Das Treatment DIALOG mit zwei ergänzenden Perspektiven hat bezüglich des kognitiven Lernerfolgs Vorteile gegenüber allen übrigen Treatmentgruppen. Die Treatments ICH und BEOBACHTER mit jeweils einer ergänzenden Perspektive haben Vorteile gegenüber der Treatmentgruppe NEUTRAL.

Wie in der einführenden Theorie belegt, können ergänzende Perspektiven zum Kompetenzerleben des Lernalers beitragen. Die Sicherheit des kompetenten Handelns ist eine günstige Bedingung für die prozessbezogene intrinsische Motivation in Form des Flow-Erlebens. Aus dieser Überlegung resultiert die folgende Hypothese: *Zweite Hypothese*: Ergänzende Perspektiven steigern das Flow-Erleben von Lernern. Das Treatment DIALOG mit zwei ergänzenden Perspektiven bewirkt ein höheres Flow-Erleben als alle übrigen Treatments. Die Treatments ICH und BEOBACHTER mit jeweils einer ergänzenden Perspektive bewirken ein höheres Flow-Erleben als das Treatment NEUTRAL.

4 Methodik

4.1 Stichprobe

In der vorliegenden quasiexperimentellen Studie wurde das Lernen von Schülern in einer außerschulischen Lernausstellung untersucht. Die Stichprobe bestand aus gymnasialen Sechstklässlern mit einer Stichprobengröße von $N = 172$ ($N_{\text{männlich}} = 88$, $N_{\text{weiblich}} = 84$, Durchschnittsalter: 11,6 Jahre). Davon besuchten 143 Schüler die Ausstellung ($N_{\text{männlich}} = 77$, $N_{\text{weiblich}} = 66$). Eine Gruppe von 29 Schülern besuchte die Ausstellung nicht, wurde aber dennoch dem Wissenstest in Vor- und Nachtest unterzogen ($N_{\text{männlich}} = 11$, $N_{\text{weiblich}} = 18$).

4.2 Messinstrumente

Zur Bestimmung des kognitiven Lernerfolgs wurde der Kenntnisstand der Schüler vor und nach dem Ausstellungsbesuch gemessen. Der Wissenstest bestand aus sieben offenen und 14 geschlossenen Items zu Inhalten der Ausstellung. REINMANN und MANDL (2006, 641) betonen, dass multiple Perspektiven zu einer Wahrung der Flexibilität bei der Anwendung des Gelernten führen. Aus diesem Grund wurde bei der Ausarbeitung der Items berücksichtigt, dass diese neben Faktenwissen auch höhere kognitive Ebenen (z.B. Transfer) einschließen (vgl. ANDERSON ET AL. 2001, vgl. Tab. 1). Die Items von Vor- und Nachtest waren identisch. Die Reihenfolge der Items im Nachtest wurde zufällig variiert. Die Reliabilität des Wissenstests war ausreichend (vgl. Tab. 1). Ein Pretest-Effekt lässt sich ausschließen. Die Gruppe ohne Ausstellungsbesuch ($N = 29$) lernte vom Vortest zum Nachtest nicht dazu (T-Test: $T = -1,67$; $p = \text{ns}$).

Die prozessbezogene intrinsische Motivation der Schüler wurde mittels einer verkürzten Version der Flow-Kurzskala (FKS) während des Ausstellungsbesuchs in jedem der drei Ausstellungsräume „Überblick“, „Landgänger“ und „Flugkünstler“ gemessen (RHEINBERG, VOLLMEYER & ENGESER 2003). Zu jeder Messung war die Reliabilität der Flow-Kurzskala hinreichend.

Tab. 1: Itembeispiele und Werte der internen Konsistenzen nach Cronbachs Alpha in den drei Untersuchungsräumen *Null bis 1000 Beine – ein Überblick*, *Landgänger* und *Flugkünstler* des Wissenstests und der Flow-Kurzskala.

Fragebogen	Cr. α	Beispiele
<i>Wissen</i>	.72	
7 offene Items		<p>1. Es gibt Tiere, die an senkrechten, glatten Oberflächen (z.B. Glas) hoch laufen können. Zu diesen Tieren zählen zum Beispiel die eidechsenähnlichen Geckos. Beschreibe, wie du dir beim Gecko das Laufen an glatten Wänden vorstellst.</p> <p>2. Wir Menschen bewegen uns auf zwei Beinen. Die meisten Tiere können dies nicht. Welche Vorteile hat das Laufen auf zwei Beinen?</p>
14 geschlossene Items		<p>Wie kommt es, dass einige Spinnen an einer senkrechten Glasscheibe nicht abrutschen?</p> <p>a) feine Hafthaare an den Füßen verhindern das Abrutschen</p> <p>b) ihre Füße sondern eine kleberartige Substanz ab</p> <p>c) aufgrund ihrer acht Beine</p> <p>d) ein Spinnfaden hält sie an der Glasscheibe</p>
<i>1. Messung</i> (Raum „Überblick“) FKS (10 Items)	.81	Ich bin ganz vertieft in das, was ich gerade in der Ausstellung mache.
<i>2. Messung</i> (Raum „Landgänger“) FKS (10 Items)	.88	Ich habe das Gefühl, die Tätigkeit in der Ausstellung unter Kontrolle zu haben.
<i>3. Messung</i> (Raum „Flugkünstler“) FKS (10 Items)	.88	Ich merke gar nicht, wie in der Ausstellung die Zeit vergeht.

4.3 Versuchsdesign

In der Umsetzung folgte man einem Pre-Posttest-Design mit dazwischen liegender Lernphase in der Ausstellung (vgl. Abb. 2). Der Vortest wurde eine Woche vor, der Nachtest unmittelbar nach dem Ausstellungsbesuch durchgeführt. Den Schülern standen zur Bearbeitung von Vortest und Nachtest je 25 Minuten zur Verfügung.

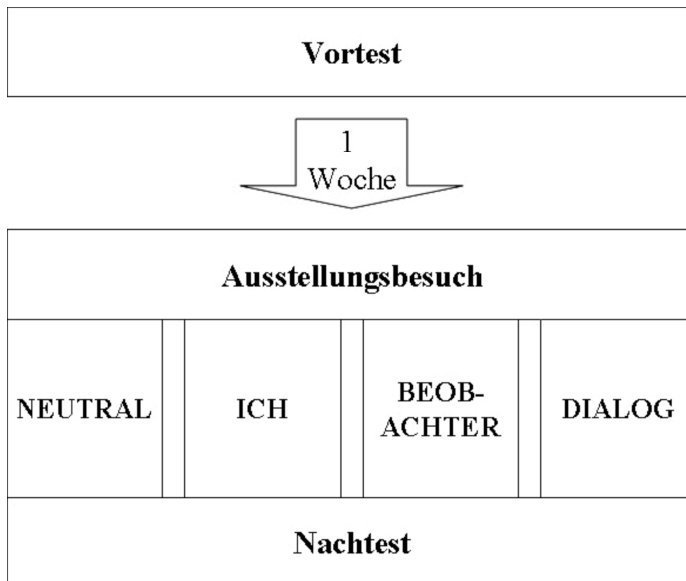


Abb. 2: Versuchsdesign

4.4 Umsetzung der Lernausstellung

Als *Lernort* wurde eine selbst gestaltete außerschulische Lernausstellung zum Thema *Fortbewegung bei Mensch und Tier* in den Räumlichkeiten der Universität Bielefeld gewählt. Insgesamt wurden drei Ausstellungsräume zu den Themen *Null bis 1000 Beine – ein Überblick*, *Landgänger* und *Flugkünstler* eingerichtet. Nach KILLERMANN, HIERING und STAROSTA (2005, 93) helfen außerschulische Lernorte „(...) den formalisierten Umgang der Schule mit den Lernenden aufzubrechen zugunsten von mehr Lebensnähe, konkreter Praxis und Ganzheitlichkeit. (...) Darüber hinaus geben sie (...) Gelegenheit für eigenaktives, schülerzentriertes Lernen.“ Genau diese Möglichkeiten wurden in der Ausstellung genutzt.

Die didaktische Umsetzung dieser nach gemäßigt konstruktivistischen Maßgaben gestalteten Ausstellung erfolgte in Form von Stationenlernen (vgl. KILLERMANN, HIERING & STAROSTA 2005, 204). Insgesamt waren 22 Stationen entwickelt worden. In jedem Ausstellungsraum gab es Pflichtstationen und

fakultative Stationen. Eine Kombination aus Computerarbeit und traditionellen Medien unterstützte die eigenständige Problemlösung der Ausstellungsbesucher. Neben zahlreichen lebenden Tieren sowie Stopf-, Trocken- und Nasspräparaten wurden den Schülern auch Skelette präsentiert. Struktur- und Funktionsmodelle ergänzten die originalen Repräsentationsformen. Beispielsweise wurden den Schülern neben einem menschlichen Skelett auch Funktionsmodelle verschiedener Gelenktypen geboten. Andere Stationen nutzten besondere technische Verfahren, um bestimmte Phänomene zugänglich zu machen. Die Schrittfolge einer Stabheuschrecke, welche sich auf einem filigranen Styroporrad fortbewegte, konnte beispielsweise über eine Videokamera live und in vergrößerter Darstellung auf einem Computermonitor beobachtet werden. Ergänzende, verlangsamte Videoaufnahmen eines insektenähnlichen Laufroboters erlaubten eine exakte Bestimmung der Schrittfolge eines sechsbeinigen Tieres. An einer anderen Station konnten anhand von Bewegungsstudien verschiedener Hunderassen sowie an Informationstafeln die vor allem von Pferden bekannten Gangarten Schritt, Trab und Galopp beobachtet werden. Diese schematische Aufbereitung der Inhalte verzichtete im Sinne einer strukturellen didaktischen Reduktion bewusst auf Details, die über ein grundsätzliches Verständnis des Sachverhalts hinausgehen (vgl. KILLERMANN, HIERING & STAROSTA 2005, 220ff.). Als Sozialform bei der Stationenarbeit wurde Gruppenarbeit gewählt. Die teilnehmenden Klassen wurden zu Beginn des Ausstellungsbesuches in Arbeitsgruppen zu drei bis vier Schülern eingeteilt. Dies entspricht nach LOU et al. (1996) der optimalen Größe für Lerngruppen. Ein selbstständiges Arbeiten an den Stationen wurde durch Forscherbögen (= Arbeitsblätter) sowie durch speziell für die Altersgruppe entwickelte Poster und Informationstafeln unterstützt. In den Forscherbögen wurden Text- und Bildinformationen, Lückentexte und Zuordnungsaufgaben, unbeschriftete Abbildungen und Arbeitsaufträge kombiniert. Ziel war, nicht nur das reine Faktenwissen der Schüler zu aktivieren, sondern auch Verständnis und höhere kognitive Leistungen zu fördern (vgl. HÄUBLER, BÜNDER, DUIT, GRÄBER & MAYER 1998, 74ff.). Eine tatsächliche Problemorientierung der zu bearbeitenden Aufgaben im Sinne des *problem-based learning* (vgl. DOCHY ET AL. 2003, vgl. REINMANN & MANDL 2006) wurde dadurch erreicht, dass den Schülern authentische Problemsituationen geboten wurden, die sich in den zu lösenden Fragen unmittelbar manifestierten. An einer Lernstation wurden die Schüler beispielsweise mit der folgenden Problemstellung konfrontiert: Wie schaffen es einige Tiere, an senkrechten, glatten Flächen zu laufen? Die Authentizität dieser Problemsituation wurde unter anderem gewährleistet durch ein

Terrarium mit lebenden *Anolis*, kleinen Reptilien, denen Hafthärchen an den Füßen zum Laufen an glatten Glaswänden verhelfen. In einem weiteren Terrarium konnten Stabheuschrecken beim Laufen an der Glaswand betrachtet werden. Die Beobachtung dieser Tiere erlaubte den Schülern eine eigenständige Identifizierung der Problemsituation. Fotos und Informationstafeln weiterer mit Hafthaaren ausgestatteter Tiere (z.B. einer Vogelspinne) wurden den Schülern zur Lösung der Problemsituation zur Verfügung gestellt. Diese eigenständige Problemfindungsphase sowie die Problembearbeitung in Kleingruppen entspricht der Problemorientierung im Sinne des *problem-based learning* (vgl. DOCHY ET AL. 2003, vgl. KILLERMANN, HIERING & STAROSTA 2005, 11f., vgl. REINMANN & MANDL 2006).

4.5 Ablauf des Ausstellungsbesuchs

Der *Ablauf des Ausstellungsbesuchs* folgte einem klaren Muster: Die Schüler besuchten die Ausstellung klassenweise. Anhand von zufällig ausgeteilten Forscherpässen (farbig codierte Ausweise) konnten die Schüler in die vier Treatmentgruppen und weiter in Arbeitsgruppen (à drei bis vier Schüler) eingeteilt werden. Jedes Treatment wurde anschließend von einem Betreuer in einen der drei Ausstellungsräume begleitet. Hier erhielten die Schüler ihre Forscherbögen (inkl. der Flow-Kurzskala (FKS; RHEINBERG, VOLLMEYER & ENGESER 2005)), für deren Bearbeitung ihnen 40 Minuten zur Verfügung standen. Jede Treatmentgruppe bearbeitete somit die Forscherbögen mit Aufgaben aus einer anderen Perspektive. Außerdem sollten die Schüler in jedem der drei Ausstellungsräume die auf den Forscherbögen abgedruckte Flow-Kurzskala (FKS; Rheinberg, Vollmeyer & Engeser 2005) ausfüllen. Jedem der drei Betreuer wurde an einem Ausstellungstag ein fester Raum zugewiesen. Im Laufe der Woche wechselten die Betreuer untereinander in einem rotierenden Verfahren die Räume, um Betreuereffekte oder Raumpräferenzen zu vermeiden. Die Betreuer hielten sich während des Ausstellungsbesuchs im Hintergrund, standen aber für Verständnisfragen zur Verfügung. „Wenn die Teilnehmenden das Gefühl haben, beobachtet und bewertet zu werden, wirkt sich das in den meisten Fällen negativ auf den Gruppenprozess aus (...)“ (RENKL & BEISIEGEL 2003, 38). Nach Ablauf der Bearbeitungszeit und einer fünfzehnminütigen Pause wurde jede Treatmentgruppe zum nächsten Ausstellungsraum geführt. So wurde verfahren, bis alle Räume durchlaufen worden waren. Unmittelbar nach dem Ausstellungsbesuch erfolgte der Nachttest.

4.6 Statistik

Es liegt bezüglich aller Messdimensionen Normalverteilung vor (Kolmogorov-Smirnov-Test: Vortest ($Z = 0,88$; $p = ns$); Nachtest ($Z = 0,82$, $p = ns$); Flow „Überblick“ ($Z = 1,23$, $p = ns$); Flow „Landgänger“ ($Z = 0,96$, $p = ns$); Flow „Flugkünstler“ ($Z = 1,26$, $p = ns$). Es wurden parametrische Prüfverfahren verwendet und Mittelwerte sowie Standardabweichungen angegeben.

5 Ergebnisse

Zuerst interessiert der kognitive Lernerfolg des Ausstellungsbesuchs: Bei gemeinsamer Auswertung aller Treatmentgruppen lässt sich zwischen Vortest und Nachtest ein höchst signifikanter Lernzuwachs feststellen (T-Test: $T = -6,69$, $p < ,001$).

Eine nach Treatmentgruppen differenzierte Auswertung des Lernzuwachses ergibt kaum Unterschiede im kognitiven Lernerfolg. Der vermutete Vorteil der Treatmentgruppe DIALOG lässt sich nicht zeigen (DIALOG/NEUTRAL: $T = -1,41$, $p = ns$; DIALOG/ICH: $T = 0,57$, $p = ns$; DIALOG/BEOBACHTER: $T = -0,47$, $p = ns$). Ebenso gibt es keine Unterschiede zugunsten der Gruppe mit einer ergänzenden Perspektive (BEOBACHTER/NEUTRAL: $T = -0,92$, $p = ns$; ICH/NEUTRAL: $T = -2,04$, $p < ,05$). Ganz im Gegenteil lernten die Schüler ohne ergänzenden Blickwinkel (NEUTRAL) signifikant besser als die der Treatmentgruppe ICH. Der Lernzuwachs des NEUTRAL-Treatments fällt im Mittelwert deutlich höher aus als die erreichten Werte des ICH-Treatments. Die Mittelwerte der Treatments BEOBACHTER und DIALOG liegen zwischen den Treatments der NEUTRALEN und der ICH-Perspektive (vgl. Abb. 3).

Besondere Aufmerksamkeit sind den Ergebnissen des prozessbezogenen Diagnoseinstrumentes zur intrinsischen Motivation der Schüler, der Flow-Kurzskala, zu schenken (vgl. Tab. 2). Vermutet wurden positive Wirkungen ergänzender Perspektiven auf die intrinsische Motivation. Wie hier deutlich wird, unterscheiden sich jedoch die Schüler der ICH-Perspektive signifikant von allen übrigen Treatmentgruppen. Diese Unterschiede lassen sich nicht nur gemittelt über den gesamten Ausstellungsbesuch beobachten. Sie werden auch durch die drei Einzelmessungen in den Ausstellungsräumen *Null bis 1000 Beine – ein Überblick*, *Landgänger* und *Flugkünstler* jeweils bestätigt (vgl. Abb. 4). Zwischen den Treatments NEUTRAL-BEOBACHTER, NEUTRAL-DIALOG und BEOBACHTER-DIALOG lassen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede feststellen.

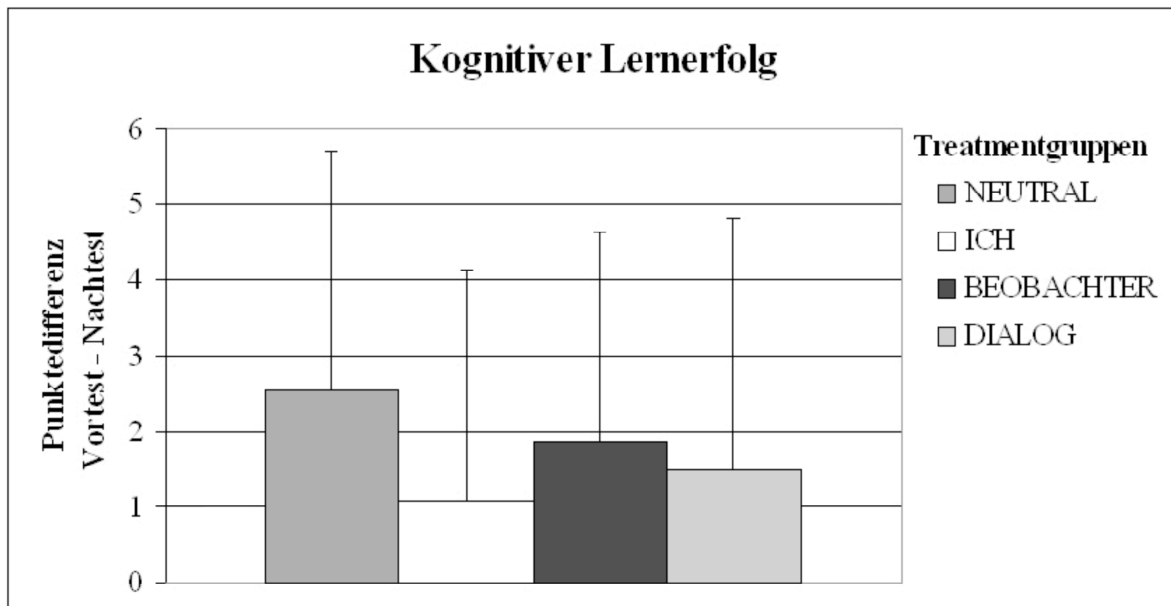


Abb. 3: Punktedifferenz der vier Treatmentgruppen NEUTRAL, ICH, BEOBACHTER und DIALOG im kognitiven Lernerfolg vom Vortest zum Nachtest. Aufgetragen sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen. Ein signifikanter Unterschied im Lernzuwachs besteht lediglich zwischen den Perspektiven NEUTRAL und ICH ($T = 2,04$, $p < ,05$).

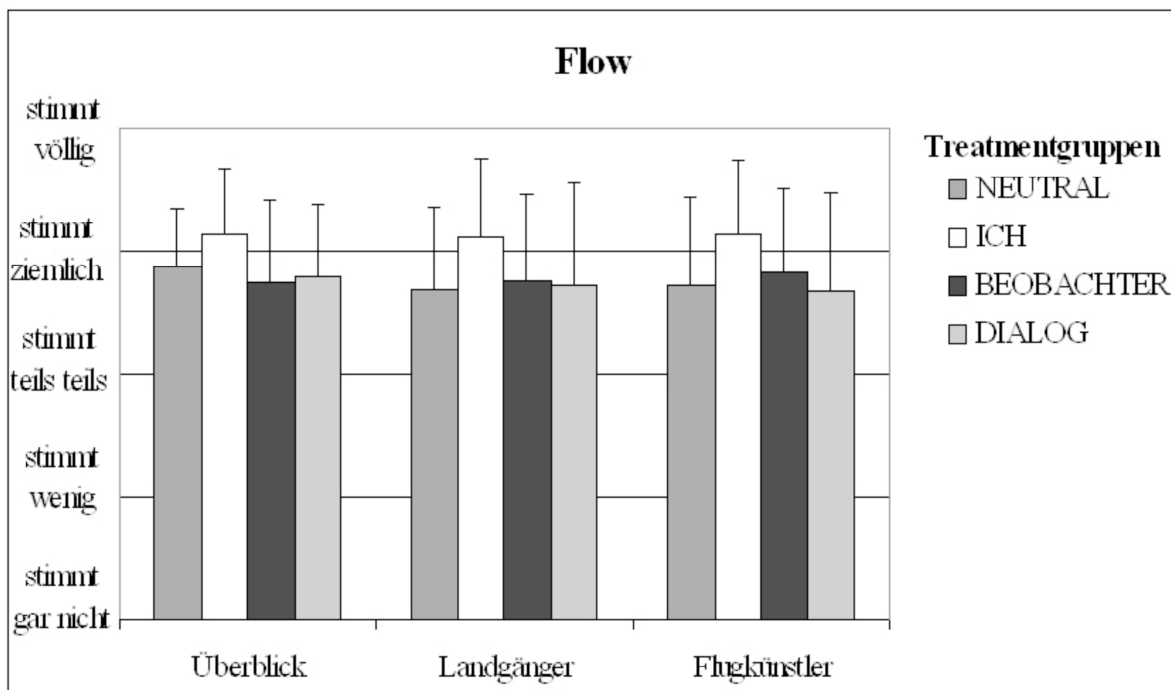


Abb. 4: Flow-Erleben: Aufgetragen sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen. Die ICH-Perspektive unterscheidet sich statistisch signifikant von den übrigen Treatmentgruppen.

Tab. 2: Unterschiede der Treatmentgruppen zu den drei Messpunkten der Flow-Kurzskala in den drei Ausstellungsräumen „Null bis 1000 Beine – ein Überblick“, „Landgänger“ und „Flugkünstler“. Eingetragen sind die Signifikanzen und die T-Werte: * = signifikant, † = Tendenz, ns = nicht signifikant.

	NEUTRAL	ICH	BEOBACHTER	DIALOG
Flow „Überblick“	NEUTRAL	-		
	ICH	* T = 2,12	-	
	BEOBACHTER	ns T = 0,98	* T = 2,55	-
	DIALOG	ns T = 0,71	* T = 2,55	ns T = 0,32
Flow „Landgänger“	NEUTRAL	-		
	ICH	* T = 2,55	-	
	BEOBACHTER	ns T = 0,38	† T = 1,99	-
	DIALOG	ns T = 0,13	* T = 2,11	ns T = 0,21
Flow „Flugkünstler“	NEUTRAL	-		
	ICH	* T = 2,58	-	
	BEOBACHTER	ns T = 0,57	† T = 1,82	-
	DIALOG	ns T = 0,23	* T = 2,65	ns T = 0,97

Unterschiedliche Perspektiven wurden also offensichtlich wahrgenommen. Bemerkenswerterweise zeigte sich innerhalb der ICH-Perspektive eine mittlere Korrelation zwischen dem Alter der Schüler und ihrem Vergnügen², die Ausstellung zu besuchen (Spearman: $r = -,41$).

6 Diskussion

Die Operationalisierung des Lernens unter *multiplen Perspektiven* als *keine, eine* oder *zwei* ergänzende Blickwinkel für den Lerner ergab für Lernerfolg und Motivation überraschende Resultate. Vor der Diskussion dieser Befunde werden wesentliche methodische Gesichtspunkte erörtert.

² Gemessen als Subskala *Interesse/Vergnügen* des Intrinsic Motivation Inventory (DECI & RYAN 2005).

6.1 Methodendiskussion

Die *Objektivität* der Untersuchung war nach Augenschein erfüllt. Die Durchführung war standardisiert. Es gab einen klaren Zeitplan für Arbeits- und Ruhephasen. Weiter waren vorhersehbare Schülerkontakte, wie z.B. die Zuteilung der Treatments bzw. die Einteilung in Kleingruppen, geplant und klar strukturiert. Geschlossene Tests gelten als auswertungsobjektiv (BORTZ & DÖRING 2005, 214). Die offenen Items wurden gemäß möglichst eindeutiger Musterlösungen jeweils von derselben Person ausgewertet. Die Interpretation der Items war entweder durch das Messinstrument selbst, z.B. bei den Items der Flow-Kurzskala, oder durch fachliche Gegebenheiten vorbestimmt. Die *Reliabilitäten* der Messinstrumente dieser Studie entsprechen den Anforderungen für Gruppenvergleiche (vgl. z. B. LIENERT & RAATZ 1998, 213). Als testtheoretisches Kriterium (vgl. BORTZ & DÖRING 2005, 199) ist (so weit getestet) Validität gegeben. Nach Augenschein messen alle Testinstrumente das beabsichtigte Konstrukt. Kriteriums- und Konstruktvalidität kann bei dem aus der Literatur übernommenen Instrument (FKS, RHEINBERG, VOLLMEYER & ENGESER 2003) als gegeben angenommen werden. Bei den eigens für diese Untersuchung konstruierten Items zum Wissenserwerb konnte eine entsprechende Analyse nicht durchgeführt werden. Die Items bewährten sich allerdings bereits in einer Vorstudie. Ferner stimmen sie mit den Items analoger Untersuchungen überein.

Zu diskutieren bleibt auf methodischer Ebene, ob das theoretische Konstrukt der Perspektiven zutreffend operationalisiert wurde. Die hier gewählte Umsetzung in den Treatmentgruppen NEUTRAL, ICH, BEOBACHTER und DIALOG beruht darauf, dass von außen an den Schüler herangetragene Blickwinkel auf eine Problemstellung immer eine Ergänzung der eigenen, individuellen Sichtweise der Schüler darstellen. Die Einrichtung des Treatments NEUTRAL bemühte sich, die ungefärbte Sichtweise des Lerners zu wahren, indem diesen Schülern ein möglichst sachliches Informationspaket ohne personalisierten Vermittler zum Problemlösen angeboten wurde. Die Treatmentgruppen BEOBACHTER und ICH lieferten jeweils *eine* ergänzende Perspektive, das Treatment DIALOG *zwei* ergänzende Perspektiven, durch die aus bestimmten Blickwinkeln gefärbte Informationen präsentiert wurden. Die zentrale Frage zur Validität der Operationalisierung muss thematisieren, ob die Schüler tatsächlich durch die kurzen Einführungen der Comicfiguren deren Blickwinkel übernommen haben. Dafür sprechen zuerst die Ergebnisse im Lernzuwachs und Flow-Erleben. Schließt man zufällige Befunde, also α -Fehler bei Lernzuwachs und den drei Flow-Messungen aus, so müssen die

unterschiedlichen Einführungen der Comicfiguren diese Resultate ursächlich bedingen. Es bleibt jedoch die Möglichkeit bestehen, dass nicht die Übernahme unterschiedlicher Blickwinkel die Differenz in den Messungen zur Folge hatte, sondern andere Einflüsse, wie z.B. die unterschiedliche Länge der Texte. Die kognitive Belastung³ (vgl. PAAS, VAN MERRIENBOËR & ADAM 1994) der Schüler wäre zu kontrollieren. Dies wurde in einer Vorstudie überprüft. Hinweise auf Unterschiede in der kognitiven Belastung zwischen den damals getesteten Treatmentgruppen fanden sich nicht. Damit ist es nicht sehr wahrscheinlich, dass in der aktuellen Untersuchung die kognitive Belastung zu den beobachteten Unterschieden geführt hat. Als weitere alternative Erklärungen für die hohen Flow-Messwerte der Treatmentgruppe ICH könnte angenommen werden, dass die verschiedenen Comicfiguren der Treatmentgruppen durch die Schüler als in unterschiedlicher Weise interessant empfunden wurden. Situatives Interesse beruht zuerst auf einer *catch*-Komponente (VOGT 2007). Die als niedrig empfundenen Comictiere (z.B. die Stabheuschrecke) der Treatmentgruppe ICH könnten eine höhere Attraktion beinhalten als die Comicfiguren der übrigen Treatmentgruppen. Eine derartige Annahme kann allerdings entkräftet werden, da in diesem Fall auch für die Treatmentgruppe DIALOG – in dieser wurde neben der Wissenschaftlerin ebenfalls ein niedliches Comictier eingesetzt – erhöhte Flow-Messwerte zu erwarten wären. Diese wurden nicht beobachtet, so dass eine derartige Begründung nicht hinreichend ist. Die hier gewählte Umsetzung von „Unter multiplen Perspektiven lernen“ ist auf der Ebene einer minimalen Realisierung (vgl. REINMANN & MANDL 2006) des Konstrukts anzusiedeln. Sie scheint bereits auszureichen, um zu einer echten Perspektivübernahme geführt zu haben.

³ Das Konstrukt der kognitiven Belastung (Cognitive load, vgl. PAAS, VAN MERRIENBOËR & ADAM 1994) beschreibt die kognitive Beanspruchung einer Person bei der Bearbeitung einer Aufgabe. Die kognitive Belastung wurde in der Vorstudie an gymnasialen Sechstklässlern (Durchschnittsalter = 11,9 Jahre) zu zwei Messzeitpunkten in jedem der drei Ausstellungsräume für die drei Treatmentgruppen ICH (N = 37), BEOBACHTER (N = 32) und DIALOG (N = 34) erhoben. Auf einer neunstufigen Likert-Skala (1 = sehr, sehr leicht bis 9 = sehr, sehr schwer) hatten die getesteten Personen die Schwierigkeit der zuletzt bearbeiteten Aufgabe einzuschätzen. Ein Unterschied in der kognitiven Belastung zwischen den Treatmentgruppen wurde nicht festgestellt (ICH/BEOBACHTER: $T = 0,64$, $p = ns$, ICH/DIALOG: $T = 0,84$, $p = ns$, BEOBACHTER/DIALOG: $T = 0,16$, $p = ns$).

6.2 Diskussion der Ergebnisse

Außerschulisches Lernen bewirkt i. d. R. auf der Ebene kurzfristiger Wissenszuwächse keine sehr bedeutsamen Effekte (vgl. KROMBASS & HARMS 2006, vgl. FALK & DIERKING 2000). In der vorliegenden Untersuchung konnten insgesamt höchst signifikante Wissenszuwächse nachgewiesen werden. Dieser Lernerfolg könnte u. a. auf die autonomieförderlich dargebotene instruktionale Unterstützung zurückzuführen sein (vgl. GROLNICK & RYAN 1987). Die Schüler hatten problemorientierte Forscherbögen; universitäre Betreuer – nicht die Lehrer – waren durchgehend anwesend. Die Betreuer hielten sich im Hintergrund und griffen nur auf Schülerwunsch ein. Diese Atmosphäre von Freiwilligkeit mit der Möglichkeit, auf Unterstützung zurückgreifen zu können, bewirkte wahrscheinlich ein entspanntes Arbeitsklima und gute Voraussetzungen, intrinsisch motiviert zu lernen (vgl. SCHIEFELE & STREBLOW 2006).

Betrachtet man die unterschiedlichen Lernzuwächse zwischen den einzelnen Treatmentgruppen, so zeigt sich, dass ein statistisch nachweisbarer Unterschied im kognitiven Lernerfolg nur zwischen den Treatmentgruppen ICH und NEUTRAL besteht. Während die Lerner der ICH-Perspektive sich im Nachtest wenig verbesserten, zeigten Schüler des NEUTRALEN Treatments den deutlichsten Lernzuwachs. Somit muss die erste Hypothese verworfen werden. Weder die singular ergänzenden Perspektiven der ICH- und der BEOBACHTER-, noch die multiplen, d.h. gleichzeitig dargebotenen Perspektiven der DIALOG-Treatmentgruppe hatten einen nachweisbar positiven Einfluss auf den kognitiven Lernerfolg. Das ist umso erstaunlicher als im Maß prozessbezogener intrinsischer Motivation die Verhältnisse zwischen den Probanden der Treatments ICH und NEUTRAL umgekehrt waren: Die ICH-Lerner hatten höhere Werte im Flow-Erleben als die NEUTRAL-Lerner. Diese scheinbare Verkehrung der nach GOTTFRIED (1985; 1990) positiven Zusammenhänge zwischen Lernerfolg und intrinsischer Motivation sind zu diskutieren. Lernen unter multiplen Perspektiven sollte neben der positiven Wirkung auf kognitive Kompetenzen dem Lerner ein besonderes Kompetenzerleben bescheren, das bei hinreichend selbstbestimmtem Setting die prozessbezogene intrinsische Motivation steigert (vgl. DECI & RYAN 1993). Die in dieser Untersuchung operationalisierte Form des Konstrukts setzt auf ergänzende Perspektiven bei der Findung des Problems und soll ein Herangehen aus unterschiedlicher Sicht befördern. Dies könnte jedoch zu kurz gegriffen haben, um unterschiedliche Lösungen und

Lösungswege konsequent zu durchlaufen. Hierfür reicht möglicherweise die gewählte minimale Realisierung des Konstrukts nicht aus. Das würde das schwache Abschneiden im kognitiven Lernerfolg der Treatmentgruppen mit ein oder zwei ergänzenden Perspektiven erklären. Woher kommt das hohe Flow-Erleben der Schüler des ICH-Treatments? Auf dieser Ebene der Operationalisierung ist es offensichtlich nicht entscheidend, ob ein oder zwei zusätzliche Perspektiven geboten werden. Die Qualität der ICH-Perspektive scheint für die Wahrnehmung prozessbezogener intrinsischer Motivation wichtig gewesen zu sein. Diese könnte sich aus der stärkeren Identifizierung mit dem Problemsachverhalt ergeben haben (HOGAN 2003, 140f., 148ff.). Erleichterter Bezug zur eigenen Person impliziert eine deutlichere affektive Involviertheit (MIALL 1988; MIALL & KUIKEN 2002). Gerade dazu eignen sich narrative Formen besonders (MIALL 1988). Stärkere Involviertheit der Lerner steht in Zusammenhang mit intrinsischer Motivation (RHEINBERG 1999) wie auch situationalem Interesse (VOGT 2007). Die besondere Qualität der ICH-Perspektive ist also wahrscheinlich nicht durch die *eine* ergänzende Perspektive ausgelöst worden, sondern durch die erleichterte Identifikation mit dem die Problemsituation einleitenden Ich-Erzähler.

6.3 Schulische Perspektive

Je nach Schwerpunkt des Unterrichts kann eine möglichst motivierende Gestaltung des Biologieunterrichts als besonders wichtiges Ziel angestrebt werden. Die recht unproblematische Umsetzung und die deutliche motivationale Wirkung der ergänzenden ICH-Perspektive lässt eine Verwendung im Biologieunterricht gut möglich erscheinen. Selbst bei Schülern im Alter von durchschnittlich fast zwölf Jahren hatte der Einsatz der Comicfiguren, die aus der ICH-Perspektive in die Problemsituation einführten, deutliche positive Auswirkungen auf die prozessbezogene intrinsische Motivation der Schüler. In der Gestaltung von Arbeitsblättern kann darum durchaus der überlegte und altersgemäße Einsatz von Comicfiguren als Ich-Erzähler empfohlen werden.

Zitierte Literatur

- ANDERSON, L.-W., D.-R. KRATHWOHL, P.W. AIRASIAN, K.A. CRUIKSHANK, R.E. MAYER, P.R. PINTRICH, J. RATHS & M.C. WITTRICK (2001): A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing – A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman-Verlag, New York
- BIERHOFF, H.-W. (2006): Prosoziales Verhalten in der Schule. In: ROST, D.H. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Psychologie Verlags Union, Weinheim, Basel, Berlin, 602-608
- BORTZ, J. & N. DÖRING (2005): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer Medizin Verlag, Heidelberg
- THE COGNITION AND TECHNOLOGY GROUP AT VANDERBILT (CTGV) (1997): The Jasper project: lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development. Erlbaum, Mahwah
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (2005): Das flow-Erlebnis. Klett-Cotta, Stuttgart
- DECI, E.L. & R.M. RYAN (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik **39**(2), 223-238
- DECI, E. L. & R. M. RYAN (2005): Intrinsic Motivation Inventory (IMI). <http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/intrins.html>
- DOCHY, F., M. SEGERS, P. VAN DEN BOSSCHE & D. GIJBELS (2003): Effects of problem-based learning: a meta-analysis. In: Learning and Instruction **13**, 533-568
- DÖRR, G. & P. STRITTMATTER (2002): Multimedia aus pädagogischer Sicht, In: ISSING, J.I. & P. KLIMS (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet, Psychologie Verlags Union, Weinheim, 29-42
- FALK, J.H. & L.D. DIERKING (2000): Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning. Altamira-Press, Walnut creek
- FLECHSIG, K.H. (1983): Der Göttinger Katalog Didaktischer Modelle – Theoretische und methodologische Grundlagen. Zentrum für didaktische Studien E.V., Göttingen
- GLASERSFELD VON, E. (1992): Konstruktion der Wirklichkeit und des Begriffs der Objektivität. In: GUMIN, H. & H. MEIER (Hrsg.): Einführung in den Konstruktivismus. Piper Verlag GmbH, München, 9-39
- GOTTFRIED, A.E. (1985): Academic Intrinsic Motivation in elementary junior high school students. In: Journal of Educational Psychology **77**(6), 631-645
- GOTTFRIED, A.E. (1990). Academic Intrinsic Motivation in young elementary school children. In: Journal of Educational Psychology **82**(3), 525-538
- GRÄSEL, C. & H. MANDL (1993): Förderung des Erwerbs diagnostischer Strategien in fallbasierten Lernumgebungen. In: Unterrichtswissenschaft **21**, 355-369
- GROLNICK, W.S. & R.M. RYAN (1987): Autonomy in children's learning: An experimental and individual difference investigation. In: Journal of Personality and Social Psychology **52**, 890-898
- HÄUBLER P., W. BÜNDER, R. DUIT, W. GRÄBER & J. MAYER (1998): Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), Kiel
- HOGAN, P.C. (2003): Cognitive Science, Literature, and the arts. Routledge, New York, London
- KILLERMANN, W., P. HIERING & B. STAROSTA (2005): Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. Auer Verlag GmbH, Donauwörth
- KROMBASS, A. & U. HARMS (2006); Ein computergestütztes Informationssystem zur Biodiversität als motivierende und lernförderliche Ergänzung der Exponate eines Naturkundemuseums. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, **12**, 7-22
- LEUTNER, D., E. KLIEME, K. MEYER & J. WIRTH (2004): Problemlösen. In: PRENZEL, M., 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. Waxmann Verlag, Münster, New York, München, Berlin, 147-175
- LIENERT, G.A. & U. RAATZ (1998): Testaufbau und Testanalyse. Beltz PVU, Weinheim, Basel
- LOMPSCHE, J. (2006): Lehrstrategien, In: ROST, D.-H. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Beltz Verlag, Weinheim, Basel, Berlin

- LOU, Y., P.C. ABRAMI, J.C. SPENCE, C. POULSEN, B. CHAMBERS & S. D'APOLLONIA (1996): Within-Class Grouping: A Meta-Analysis. In: *Review of Educational Research* **66**(4), 423-458
- MIALL, D.S. (1988): Affect and Narrative. A Model of Response to Stories. In: *Poetics* **17**, 259-272
- MIALL, D.S. & D. KUIKEN (2002): A feeling for fiction: becoming what we behold. In: *Poetics* **30**, 221-241
- PAAS, F.G., J.J. VAN MERRIENBOËR & J.J. ADAM (1994): Measurement of cognitive load in instructional research. In: *Perceptual and motor skills* **79**, 419 – 430
- REINMANN, G. & H. MANDL (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: KRAPP, A. & B. WEIDENMANN (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*. Beltz Psychologie Verlags Union, Weinheim, 613-658
- RENKL, A. (1996): Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. In: *Psychologische Rundschau* **47**, 78-92
- RENKL, A. (1997): *Lernen durch Lehren. Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden
- RENKL, A. (2006): Träges Wissen, In: ROST, D.H. (Hrsg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*. Beltz Verlag, Weinheim, Basel, Berlin
- RENKL, A. & S. BEISIEGEL (2003): *Lernen in Gruppen - Ein Minihandbuch*. Verlag Empirische Pädagogik, Landau
- RHEINBERG, F. (1999): Motivation und Emotionen im Lernprozeß: Aktuelle Befunde und Forschungsperspektiven. In: JERUSALEM, M. & R. PEKRUN (Hrsg.): *Emotion, Motivation und Leistung*. Hogrefe-Verlag, Göttingen, 189-204
- RHEINBERG, F., R. VOLLMMEYER & S. ENGESER (2003): Die Erfassung des Flow-Erlebens. In: STIENSMEIER-PELSTER, J., & F. RHEINBERG (Hrsg.): *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept (Tests und Trends N.F. 2)*. Hogrefe Verlag, Göttingen, 261-279
- SCHIEFELE, U. & L. STREBLOW (2006): Motivation aktivieren. In: MANDL, H. & H.F. FRIEDRICH (Hrsg.): *Handbuch Lernstrategien*. Hogrefe Verlag, Göttingen, Bern, 232-247
- SILBEREISEN, R.K. & L. AHNERT (2002): Soziale Kognition – Entwicklung von sozialem Wissen und Verstehen. In: OERTER, R. & L. MONTADA (Hrsg.): *Entwicklungspsychologie*. Psychologie Verlags Union, Weinheim, Basel, Berlin, 590-618
- SPIRO, R.J. & J.-C. JEONG (1990): Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In: NIX, D. & R. SPIRO (Hrsg.): *Cognition, Education, Multimedia-exploring ideas in high technology*. LEA, Hillsdale, New Jersey, Hove, London, 163-205
- STANAT, P., C. ARTELT, J. BAUMERT, E. KLIEME, M. NEUBRAND, M. PRENZEL, U. SCHIEFELE, W. SCHNEIDER, G. SCHÜMER, K.-J. TILLMANN & M. WEIB (2003): PISA und PISA-E: Zusammenfassung der bereits vorliegenden Befunde. In: BAUMERT, J., C. ARTELT, E. KLIEME, M. NEUBRAND, M. PRENZEL, U. SCHIEFELE, W. SCHNEIDER, K.-J. TILLMANN & M. WEIB (Hrsg.): *PISA 2000. Ein differenzierter Blick auf die Länder der Bundesrepublik Deutschland*. Leske + Budrich, Opladen, 51-75
- TULODZIECKI, G. (1997): *Medien und Schule, Konkurrenz oder Ergänzung?* Internet: www.mediaculture-online.de/fileadmin/bibliothek/tulodziecki_medienundschule/tulodziecki_medienundschule.pdf. [Zugriff am 17.03.08]
- VOGT, H. (2007): Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses. In: KRÜGER, D. & H. VOGT, (Hrsg.): *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 9-20

Verfasser

Karsten Damerau, Katrin Bätz & Matthias Wilde, Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie, Biologiedidaktik, 33615 Bielefeld, matthias.wilde@uni-bielefeld.de