

## **Aufgabenformate und Kontextorientierung beim Physiklernen mit Sensoren** - Konkretisierung und empirische Untersuchung am Beispiel des NDIR-CO<sub>2</sub>-Gassensors -

**Bianca Watzka\*, Raimund Girwidz<sup>+</sup>**

\*Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Reuteallee 46, 71634 Ludwigsburg,  
<sup>+</sup>Ludwig-Maximilians-Universität München, Theresienstraße 37, 80333 München  
watzka@ph-ludwigsburg.de, girwidz@lmu.de

### **Kurzfassung**

In einer Interventionsstudie wurden Auswirkungen verschieden kodierter Übungsaufgaben auf das Lernen im Physikunterricht und die Eignung authentischer Anwendungskontexte aus der Sensorik als Lernanker untersucht. An der Studie nahmen 170 Schülerinnen und Schüler aus drei Realschulen in Baden-Württemberg teil. Ein 3x2 faktorielles Design mit den beiden Faktoren ‚Aufgabenformat‘ (bild- oder textbasiert oder gemixt) und ‚Lernanker‘ (authentische Anwendung des Sensors oder kein Anwendungsbezug) wurde realisiert. Für die Analyse wurden zu drei Messzeitpunkten unter anderem der Erwerb deklarativen Wissens, die Transferleistung, die Motivation sowie die Einschätzung der Authentizität, der kognitiven Aktivierung und der inhaltlichen Relevanz erfasst. Das Aufgabenformat erwies sich im Rahmen einer MANOVA als ein statistisch signifikanter und in seiner Größe bedeutungsvoller Einflussfaktor auf den Erwerb deklarativen Wissens. Gleichzeitig konnte beispielhaft für den Anwendungskontext ‚Raumluftqualität im Klassenzimmer‘ gezeigt werden, dass sich authentische Anwendungskontexte aus der Sensorik als Lernanker eignen. Die Ergebnisse der multivariaten Tests zeigten signifikante Effekte mittlerer Größe auf die Transferleistung und die Motivation.

### **1. Einleitung**

Die Studie verfolgte das Ziel, Physikunterricht so zu gestalten, dass er zu flexibel anwendbarem Wissen und zuletzt zum Wissenstransfer führt. Die Unterrichtskonzeption war auf die Berücksichtigung von Faktoren ausgerichtet, die speziell den Bedingungen entgegenwirken, die nach Renkl, Mandl und Gruber (1996), Renkl (1996) und nachfolgend Gerstenmaier und Gruber (2001) mit hoher Wahrscheinlichkeit den Aufbau trägen Wissens zur Folge haben. Dazu kamen erstens Lernanker, zweitens ein Arbeitsheft und drittens Übungsaufgaben zum Einsatz.

Die verwendeten Lernanker stammten aus der Sensorik. Diese Maßnahme griff den Kerngedanken des ‚Anchored-Instruction‘-Ansatzes auf und sollte zur Verankerung des Lernens und einzelner Handlungen an realistische Anwendungen aus der Sensorik führen.

Das Arbeitsheft initiiert und leitet die Lernprozesse an. Dazu war es nach Kriterien des integrierten Modells des Text- und Bildverstehens von Schnotz (2005) gestaltet.

Die Übungsaufgaben zielen auf die Realisierung unterschiedlicher Lernaktivitäten ab. Dazu lagen sie in verschiedenen Präsentationsformaten vor. Diese beruhten ebenfalls, wie die Gestaltung des Arbeitsheftes, auf dem integrierten Modell des Text- und Bildverstehens von Schnotz (2005).

Bislang ungeklärt sind die Fragen, ob das Präsentationsformat von Übungsaufgaben einen Einfluss auf den Wissenserwerb hat und ob authentische Anwen-

dungen aus der Sensorik als Lernanker geeignet sind.

In diesem Beitrag sind einige Ergebnisse der Interventionsstudie des Schuljahrs 2010/2011 beschrieben.

### **2. Theoretischer Hintergrund**

#### **2.1. Träges Wissen**

Der Begriff „inert knowledge“ wurde bereits 1929 von Whitehead diskutiert und umschreibt die Diskrepanz zwischen theoretisch verfügbarem Wissen und der Fähigkeit, dieses Wissen adäquat in realen Situationen anwenden zu können. Vorhandenes Wissen wird nach Whitehead (1929) immer dann als träge bezeichnet, wenn eine erfolgreiche Wissensanwendung auf Situationen oder Aufgabenstellungen beschränkt bleibt, die entweder mit denjenigen des Wissenserwerbes übereinstimmen oder die zumindest ähnlich markante Merkmale wie diese aufweisen.

Renkl et al. (1996) und Renkl (1996) führten die Problematik trägen Wissens vor allem auf drei Ursachen zurück - erstens Störungen beim Wissensabruf, zweitens Defizite in der Wissensstruktur und drittens die Kontextgebundenheit von Wissen.

#### **2.1.1. Wissensabruf**

Das erforderliche Wissen ist zwar vorhanden, wird aber vom Lernenden nicht abgerufen. Diese Mängel können nach Renkl et al. (1996) und Renkl (1996) auf motivationalen, metakognitiven oder volitiona-

len Gründen sowie Kosten-Nutzen-Abwägungen und epistemologische Überzeugungen beruhen. Beispielsweise können Schwierigkeiten beim Erkennen der charakteristischen Merkmale neuer Aufgabenstellungen den Abruf des benötigten Wissens behindern. In diesem Falle liegt das Problem im metakognitiven Bereich. Abhilfe kann das Anwenden spezieller Lernstrategien schaffen, die auf das Erkennen markanter Merkmale ähnlicher Aufgabenstellungen zielen.

### 2.1.2. Wissensstruktur

Das vorhandene Wissen ist in einer Struktur gespeichert, die eine Anwendung erschwert. Mängel in den Wissensstrukturen liegen nach Renkl et al. (1996) und Renkl (1996) unter anderem dann vor, wenn Lernende erstens über unzureichendes konzeptuelles Wissen verfügen, zweitens ihre internen Wissensrepräsentationen mangelhaft vernetzt abgespeichert haben und drittens die gespeicherte Wissensform nicht mit der Benötigten übereinstimmt. Beispielsweise kann eine Aufgabenstellung eine konkrete Handlung erfordern, die aber nur dann vom Lernenden zu bewältigen ist, wenn das notwendige Wissen nicht nur als deklaratives, sondern auch als prozedurales Wissen vorliegt.

### 2.1.3. Kontextgebundenheit

Lernen ist kontextgebunden (z.B. Renkl et al., 1996; Mandl & Kopp, 2005). Das in einem bestimmten Kontext erworbene Wissen ist deshalb nicht ohne Weiteres auf andere Kontexte, Situationen und Aufgabenstellungen übertragbar. Insbesondere im Bereich des schulischen Lernens ist zu beobachten, dass erworbenes Wissen im schulischen Kontext auf vertraute Aufgabenstellungen vom Lernenden angewendet werden kann. Im außerschulischen Kontext misslingt jedoch die Wissensanwendung, sodass sich nach Gerstenmaier und Mandl (2000) eine „Kluft zwischen Wissen und Handeln“ einstellt.

### 2.2. Schülerarbeitsheft und Aufgabenformate

Die Erstellung eines Schülerarbeitsheftes erfolgte, um Mängel in der Wissensstruktur von vornherein zu vermeiden. Neben erläuternden Texten und Schemazeichnungen waren auch Übungsaufgaben und Experimentieranleitungen enthalten. Bei der Konzeption des Arbeitsheftes und der Übungsaufgaben wurden die Kriterien des integrierten Modells des Text- und Bildverstehens von Schnotz (2005) berücksichtigt. Beispielsweise lagen Informationen zum Aufbau und zur Funktionsweise des Sensors als Texte und ergänzend als Schemazeichnungen vor, so dass Lernende die Möglichkeit hatten, den gleichen Sachverhalt intern in verbalen und piktoralen Repräsentationen zu verarbeiten und in Form von mehrfach kodierten Wissensrepräsentationen abzuspeichern. Auch die Übungsaufgaben lagen in einem bild- und textbasierten Präsentationsformat vor.

Um Mängel im Wissensabruf zu vermeiden, wurden verschiedene Maßnahmen vorgenommen. Erstens

waren in den Übungsaufgaben Aufforderungen zur Realisierung verschiedener Lernstrategien enthalten, um insbesondere metakognitive Mängel im Wissensabruf zu beheben. Zweitens wurden subjektiv bedeutungsvolle Anwendungen ausgewählt, um für den Wissensabruf zu motivieren.

Die Aufgabenstellung und ihr Präsentationsformat verlangten von den Lernenden, die gleichen Sachverhalte aktiv in mehreren unterschiedlichen Repräsentationsformaten zu verarbeiten.

### 2.3. Lernanker

Eine nutzungsadäquate Kontextanbindung des Lernens wurde durch den Einsatz von Lernankern realisiert. Der Wissenserwerb erfolgte in realistischen Anwendungssituationen und unter authentischen Fragestellungen aus der Alltags- und Umweltsensoren. Somit sollte der Aufbau von Wissen, das ausschließlich auf schulische Kontexte anwendbar bleibt und in diesem Sinne träge ist, vermieden werden.

Die Idee authentische Anwendungskontexte als Lernanker zu nutzen, gründet auf dem ‚Anchored-Instruction‘-Ansatz der CTGV (z.B. CTGV, 1997). Der Kerngedanke war, das Lernen zu verankern und damit den Erwerb anwendungsfähigen und transferierbaren Wissens zu begünstigen. Die CTGV setzte als Lernanker Videodisks ein, die mathematische Problemstellungen in Abenteuergeschichten eingebettet zeigten. Die Ergebnisse verschiedener Forschungsarbeiten zeigten unter anderem eine positive Auswirkung der Wissensverankerung auf die Transferleistung (Sherwood, 1987; Pellegrino, Hickey, Heath, Rewey, Vye, CTGV, 1991). In der Metaanalyse von Blumschein (2003) sind weitere Ergebnisse und Forschungsarbeiten beschrieben und diskutiert.

Kuhn und Vogt wiesen nach, dass auch andere Medien wie Zeitungs- und Werbeaufgaben geeignet sein können, um Lernen zu verankern (z.B. Kuhn & Müller, 2005 & 2006; Kuhn, 2010; Vogt, 2010). Insbesondere die Ergebnisse der Untersuchungen von Kuhn (2010) zeigten positive Auswirkungen der Lernanker ‚Zeitungsarbeiten‘ auf die Transferleistung. Im Gegensatz dazu wies Vogt (2010) nach, dass der Einsatz von Werbeaufgaben als Lernanker zu keiner besseren Transferleistung führt. Gründe für die Unterschiede vermutet Vogt in der geringeren subjektiven Bedeutung, die Werbeaufgaben im Vergleich zu Zeitungsarbeiten beigemessen wird.

Neben den erwähnten Zeitungs- und Werbeaufgaben existieren für den deutschsprachigen Physikunterricht keine weiteren Lernanker.

### 3. Fragestellungen und Hypothesen

Die vorliegende Studie setzte sich mit der Kernfrage auseinander, wie Wissen vermittelt werden sollte, um mit hoher Wahrscheinlichkeit zu anwendbarem, handlungs- und transferfähigem Wissen auf Seiten der Lernenden zu führen. Von den fachlichen und

didaktischen Überlegungen ausgehend, ergeben sich unter anderem folgende konkreten Forschungsfragen:

- F1: Inwieweit beeinflusst der Lernanker den Erwerb deklarativen Wissens, die Transferleistung und die Motivation?
- F2: Welchen Einfluss hat das Aufgabenformat auf den Erwerb deklarativen Wissens und die Transferleistung?

Entsprechend lauten die Hypothesen:

- H1: Die Motivation, der Wissenszuwachs und die Transferleistung der Lernenden, die in einem Treatment mit Lernanker lernen, ist größer als bei Lernenden, die ein Treatment ohne Lernanker erhalten.
- H2: Lernende, die mit dem multimedialen Aufgabenformat arbeiten, erlangen einen höheren Wissenszuwachs und eine höhere Transferleistung, als Lernende, die ausschließlich bild- oder textbasierte Aufgaben bearbeiten.

#### 4. Methode

##### 4.1. Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 170 Lernende (88 Mädchen und 80 Jungen, 2 Teilnehmer machten keine Angaben) der 9. Jahrgangsstufe teil. Sie stammten aus drei Realschulen in Baden Württemberg. Das durchschnittliche Alter der Probanden lag bei  $M = 15.24$  Jahren ( $SD = 0.50$ ). Vor der Intervention wurde keiner der Probanden zu den Themen CO<sub>2</sub>-Gassensoren oder Infrarotstrahlung unterrichtet. Die Zuweisung der Schüler/-innen einer Klasse zu einer der sechs Treatmentgruppen fand mittels eines Zufallsgenerators statt (siehe Abb. 1).

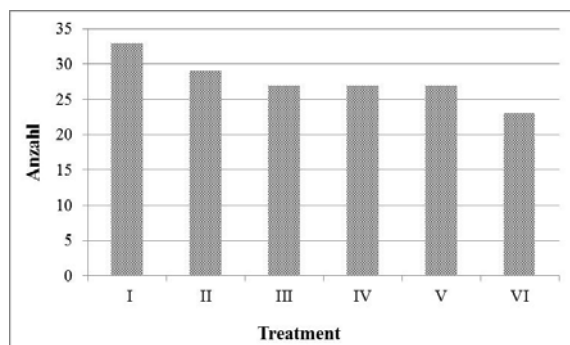


Abb. 1: Verteilung der Probanden auf die Treatments

##### 4.2. Untersuchungsdesign

Die Forschungsfragen und Hypothesen legen einen 2-faktoriellen multivariaten Versuchsplan nahe und geben die jeweiligen Faktorstufen vor. Die beiden Faktoren sind erstens der Faktor A ‚Lernanker in Form von Anwendungskontexten‘ und zweitens der Faktor B ‚Präsentationsformat von Übungsaufgaben‘. Der Faktor A ‚Lernanker‘ ist zwei-fach gestuft mit der Faktorstufe A1 ‚Lernen in der konkreten Anwendungssituation des CO<sub>2</sub>-Gassensors im Kon-

text Raumlufatqualität‘ und der Faktorstufe A2 ‚Lernen ohne konkrete Anwendungssituation des CO<sub>2</sub>-Gassensors‘. Der Faktor B ‚Präsentationsformat von Übungsaufgaben‘ ist dreifach gestuft mit den Faktorstufen B1 ‚Mix bestehend aus bild- und textbasierten Aufgabenformaten‘, B2 ‚bildbasiertes Aufgabenformat‘ und B3 ‚textbasiertes Aufgabenformat‘. Es resultieren damit insgesamt zwei mal drei Faktorstufenkombinationen (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Untersuchungsdesign

		Faktor B Präsentationsformat von Übungsaufgaben		
		B1	B2	B3
Faktor A Lernanker	A1	I 1/6 Kl.	II 1/6 Kl.	III 1/6 Kl.
	A2	IV 1/6 Kl.	V 1/6 Kl.	VI 1/6 Kl.

##### 4.3. Variablen und Erhebungsinstrumente

Die Erhebung enthielt zur Kontrolle personenbezogene Daten, die Einschätzung der wahrgenommenen inhaltlichen Relevanz und der Authentizität des Themas, das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept, die Noten des letzten Zeugnisses in den Fächern Mathematik, Deutsch und NWA sowie die Teilnote des Faches Physik.

###### 4.3.1. Inhaltliche Relevanz

Die Erhebung der wahrgenommenen inhaltlichen Relevanz erfolgte mit einer aus drei Items bestehenden Skala von Seidel, Prenzel und Kobarg (2005). Auf der vierstufigen Skala von 1 ‚in fast keiner Unterrichtsstunde‘ über 2 ‚in einigen Unterrichtsstunden‘ und 3 ‚in den meisten Unterrichtsstunden‘ bis 4 ‚in jeder Unterrichtsstunde‘ schätzten die Teilnehmenden ein, inwieweit sie den zurückliegenden Unterricht als bedeutungsvoll wahrnahmen.

###### 4.3.2. Authentizität

Die Erhebung der Authentizität erfolgte mit einer aus sechs Items bestehenden Skala von Kuhn (2010). Auf der vierstufigen Skala von 1 ‚stimmt gar nicht‘ über 2 ‚stimmt eher nicht‘ und 3 ‚stimmt eher‘ bis 4 ‚stimmt genau‘ schätzten die Probanden ein, inwieweit sie den Lernanker (die gewählte Sensoranwendung) als authentisch empfanden.

###### 4.3.3. Naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept

Das naturwissenschaftsbezogene Fähigkeitsselbstkonzept wurde mit einer Skala von Pekrun (2005) erfasst, die aus sechs Items bestand. Die vierstufige Skala reichte von 1 ‚stimmt gar nicht‘ über 2 ‚stimmt eher nicht‘ und 3 ‚stimmt eher‘ bis 4 ‚stimmt genau‘.

Neben den Kontrollvariablen wurden als abhängige Variablen das deklarative Wissen, der Lerntransfer, die Motivation und die Selbsteinschätzung der

durchgeführten kognitiven Lernaktivitäten als Indikator für die kognitive Aktivierung erhoben.

#### 4.3.4. Deklarative Wissen

Der eingesetzte Wissenstest bestand aus fünf Skalen mit insgesamt 45 Items. Getestet wurde das Wissen zur elektrischen Spannung (7 Items), zum Aufbau des Sensors (5 Items), zur Funktionsweise des Sensors (9 Items), zur Thermospannung (13 Items) und zur Infrarotstrahlung (11 Items) ab. Der Wissenstest hatte das Format eines Multiple-Choice-Tests mit vier oder zwei Antwortalternativen und enthielt zudem offene Aufgabenformate in Form von Kurzaufsätzen und Skizzen.

#### 4.3.5. Lerntransfer

Im Vergleich zur Pilotstudie wurde ein vollständig überarbeiteter Transfertest eingesetzt (siehe Watzka & Girwidz, 2011). Er bestand aus vier Skalen und insgesamt 20 Items. Davon fragte je eine Skala das Transferwissen zum Aufbau von NDIR-Gassensoren (2 Items), zur Funktionsweise von NDIR-Gassensoren (6 Items), zur Messung und Modellierung von CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Klassenzimmern (6 Items) und zur Messung und Modellierung von CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Aufzügen (6 Items) ab. Der Transfertest hatte das Format eines Multiple-Choice-Tests mit vier Antwortalternativen.

#### 4.3.6. Motivation

Die Motivation wurde mithilfe des Kurzfragebogens von Prenzel, Kirsten, Dengler, Ertle und Beer (1996) erfasst. Dieser enthielt insgesamt 15 Items und fünf Skalen. Davon dienten je vier Items der Erhebung der ‚Intrinsischen Motivation‘ und der ‚Amotiviertheit‘. Die ‚Identifizierte Motiviertheit‘ und die ‚Externale Motiviertheit‘ wurden mit jeweils zwei Items erfasst. Die Erhebung der ‚Introjierten Motiviertheit‘ erfolgte durch drei Items. Die vierstufige Skala reichte dabei von 1 „stimmt gar nicht“ über 2 „stimmt eher nicht“ und 3 „stimmt eher“ bis 4 „stimmt genau“.

#### 4.3.7. Kognitive Lernaktivitäten

Die von den Lernenden wahrgenommenen kognitiven Lernaktivitäten dienen nach Hugener (2008) als Indikator für die kognitive Aktivierung der Lernenden. Sie wurden mithilfe von zwei Fragebögen erfasst. Die Skalen war jeweils vierstufig und reichten von 1 „stimmt gar nicht“ über 2 „stimmt eher nicht“ und 3 „stimmt eher“ bis 4 „stimmt genau“.

Erstens wurde ein Fragebogen von Seidel et al. (2005) eingesetzt. Er enthielt sechs Items zur Erfassung der nachvollziehenden Elaboration und fünf Items zur Erfassung der vertiefend-organisierenden Lernaktivitäten.

Zweitens wurde zusätzlich eine eigens entwickelte Skala eingesetzt, die sich im Unterschied zur allgemeinen Skala von Seidel et al. (2005) Lernprozesse abfragt, die während eines Unterrichts zum Aufbau

und zur Funktionsweise von Sensoren ablaufen. Dazu umfasst die entwickelte Skala acht Items.

#### 4.4. Material

Im Rahmen der Intervention kamen das erstellte Arbeitsheft, die Musterlösungen und Experimentiermaterialien zum Einsatz. Sie sind bei Watzka und Girwidz (2011) beschrieben.

#### 4.5. Durchführung

Der Versuchsplan sah vier Messzeitpunkte t1 (pre-Test), t2 (Zwischentest), t3 (post-Test) und t4 (follow-up-Test), zwei Interventionsphasen I1 und I2 sowie eine Phase konventionellen Unterrichts U vor.

Zum Zeitpunkt t1 erhielten alle teilnehmenden Probanden den Pre-Test, der personenbezogene Daten und Störvariablen erhebt. Dieser war auf eine Bearbeitungszeit von 60 Minuten ausgelegt.

Die Interventionsphase I1 dauerte 80 Minuten. Die Experimentalgruppe (T1, T2 und T3) befasste sich mit

- dem Problem, wie hoch die aktuelle CO<sub>2</sub>-Konzentration im Klassenzimmer ist und auf welchen Wert die CO<sub>2</sub>-Konzentration innerhalb einer Schulstunde ansteigt.
- dem Aufbau und der Funktionsweise von NDIR-CO<sub>2</sub>-Gassensoren, inklusive der Bearbeitung der Übungsaufgaben.

Die Kontrollgruppe (T4, T5 und T6) befasste sich mit

- Messungen mit dem NDIR-CO<sub>2</sub>-Gassensor ohne konkrete Anhaltspunkte für reale Einsatzgebiete.
- dem Aufbau und der Funktionsweise von NDIR-CO<sub>2</sub>-Gassensoren, einschließlich der Bearbeitung der Übungsaufgaben.

Der zweite Messzeitpunkt t2 diente der Erhebung der aktuellen Motivation, der durchgeführten kognitiven Lernaktivitäten, der wahrgenommenen Authentizität des Lernankers und inhaltlichen Relevanz des Themas. Dieser schloss direkt an die Interventionsphase I1 an. Die Bearbeitungszeit lag bei sieben Minuten.

Die Interventionsphase I2 dauerte 80 Minuten. Die Experimentalgruppe (T1, T2 und T3) befasste sich mit dem Problem, wie hoch die aktuelle CO<sub>2</sub>-Konzentration im Klassenzimmer ist und auf welchen Wert die CO<sub>2</sub>-Konzentration innerhalb einer Schulstunde ansteigt. Die Kontrollgruppe (T4, T5 und T6) befasste sich mit Messungen mit dem NDIR-CO<sub>2</sub>-Gassensor ohne konkrete Anhaltspunkte für reale Einsatzgebiete.

Zum dritten Zeitpunkt t3 erhielten die Versuchsteilnehmer den post-Test. Dieser erfasste das deklarative Wissen und das Transferwissen sowie die aktuelle Motivation, die durchgeführten kognitiven Lernaktivitäten, die wahrgenommenen Authentizität des Lernankers und inhaltlichen Relevanz des Themas.

Der vierte Messzeitpunkt t4 erhob analog zum post-Test das deklarative Wissen und das Transferwissen sowie die aktuelle Motivation, die durchgeführten kognitiven Lernaktivitäten, die wahrgenommenen Authentizität des Lernankers und inhaltlichen Relevanz des Themas.

#### 4.6. Statistische Analysen

Die Datenbereinigung umfasste das Prüfen auf und Entfernen von Ausreißern, das Ermitteln fehlender Werte, das Prüfen auf Normalverteilung, Homogenität der Varianz-Kovarianzmatrizen, Linearität und Multikollinearität. Die Analysen waren zufriedenstellend. Insgesamt wurden zwei Ausreißer und ein Fall mit fehlenden Werten aus dem Datensatz entfernt. Die Stichprobe wurde dadurch auf  $N = 167$  Probanden reduziert.

Anschließend fand eine multivariate Varianzanalyse statt (siehe Tabachnick & Fidell, 2007). In diese gingen als Faktoren das dreifachgestufte Aufgabenformat und das zweifachgestufte Ankermedium sowie der Wissenszuwachs, die Transferleistung, die Motivation, die Einschätzung der inhaltlichen Relevanz und der kognitiven Lernaktivitäten als abhängige Variablen ein.

### 5. Ergebnisse

Existieren Unterschiede beim Wissenserwerb, in der Transferleistung, in den ausgeführten Lernaktivitäten und in der Motivation zwischen den Treatmentgruppen?

Die Kombination der abhängigen Variablen wurde durch beiden Faktoren signifikant beeinflusst. (Pillai's trace  $FA(4,159) = 16.949$ ,  $p < 0.001$  und  $FB(8,384) = 10.741$ ,  $p < 0.05$ ).

#### 5.1. Lernanker

In welchem Ausmaß beeinflusst der Lernanker die Unterschiede in der Transferleistung zwischen den Gruppen?

Die Tests der Zwischensubjekteffekte zeigten einen signifikanten Einfluss des Lernankers auf die Transferleistung mit bedeutungsvoller Größe ( $F(1,164) = 20.734$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = .112$ ).

In welchem Ausmaß beeinflusst der Lernanker die Motivationsunterschiede zwischen den Gruppen?

Die Tests der Zwischensubjekteffekte zeigten einen signifikanten Einfluss des Lernankers auf die Motivation ( $F(1,164) = 11.901$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2 = .068$ ). In diesem Fall brachte die Analyse eine mittlere Effektstärke hervor.

In welchem Ausmaß beeinflusst der Lernanker die Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Einschätzung der wahrgenommenen inhaltlichen Relevanz?

Die Tests der Zwischensubjekteffekte zeigten einen signifikanten Einfluss des Lernankers auf die Einschätzung der wahrgenommenen inhaltlichen Rele-

vanz ( $F(1,164) = 9.126$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2 = .051$ ). Die Analyse ergab eine mittlere Effektstärke.

#### 5.2. Aufgabenformat

In welchem Ausmaß beeinflusst das Aufgabenformat die Unterschiede im Wissenserwerb zwischen den Gruppen?

Die Tests der Zwischensubjekteffekte zeigten einen signifikanten Einfluss des Aufgabenformats auf den Erwerb deklarativen Wissens. Der Einfluss war in seiner Größe bedeutungsvoll ( $F(2,164) = 12.731$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2 = .134$ ).

Die Scheffé - Tests machten signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Aufgabenformaten in den abhängigen Variablen sichtbar. Beim Erwerb deklarativen Wissens zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den bildbasierten, den textbasierten und den gemixten Aufgabenformaten. Lernende, die mit einem bildbasierten Aufgabenformat lernten erwarben signifikant mehr deklaratives Wissen als solche, die mit einem textbasierten oder einem gemixten Aufgabenformat lernten (siehe Abb. 2,  $p < 0.05$ ).

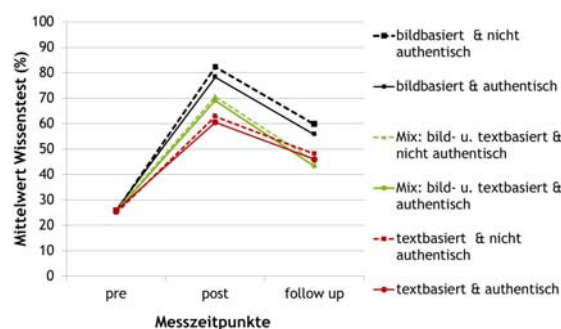


Abb. 2: Erwerb deklarativen Wissens

In welchem Ausmaß beeinflusst das Aufgabenformat die Unterschiede in der Durchführung kognitiver Lernaktivitäten zwischen den Gruppen?

Die Tests der Zwischensubjekteffekte zeigten einen signifikanten Einfluss des Aufgabenformats auf die Durchführung kognitiver Lernaktivitäten. Der Einfluss war jedoch gering ( $F(2,164) = 6.816$ ,  $p < 0.05$ ,  $\eta^2 = .031$ ).

Auch hier zeigten die Scheffé - Tests signifikante Unterschiede zwischen den bild- und den textbasierten Aufgabenformaten. Lernende, die mit einem bildbasierten Aufgabenformat lernten erwarben signifikant mehr deklaratives Wissen als solche, die mit einem textbasierten Aufgabenformat lernten ( $p < 0.05$ ).

Bei der Motivation ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede.

### 6. Zusammenfassung und Diskussion

Übereinstimmend mit den bisherigen Ergebnissen zur Effektivität des ‚Anchored-Instruction‘-Ansatzes wirkte sich auch hier der Einsatz eines Lernankers positiv auf die Motivation und die Transferleistung

aus. Statistisch nicht relevant war jedoch die Wirkung des Lernankers auf den Erwerb deklarativen Wissens. Dieser war maßgeblich vom Aufgabenformat beeinflusst. Entgegen den Erwartungen schnitten jedoch Lernende, die rein bildbasiert präsentierte Aufgaben bearbeiteten signifikant besser ab als Lernende, die rein textbasiert oder dual präsentierte Aufgaben lösten. Ein möglicher Grund für das bessere Abschneiden der Lernenden, die mit bildbasierten Aufgaben übten, scheint die Anzahl der bearbeiteten Aufgaben zu sein. Sie lösten in der vorgegebenen Lernzeit mehr Einzelaufgaben als Lernende, die mit rein textbasiert oder dual präsentierten Aufgaben übten. Ein weiterer denkbarer Grund liefert die Konstruktion mentaler Modelle nach dem integrierten Modell des Text- und Bildverstehens (Schnotz, 2005). Demnach werden mentale Modelle aus Bildinformationen direkt konstruiert, wohingegen die Verarbeitung von Textinformationen zuerst zur Bildung eines propositionales Netzes und anschließend zum Aufbau eines mentalen Modells führt. Müssen also viele neue Informationen verarbeitet werden, sind die Lernenden, die bildbasiert präsentierte Aufgaben bearbeiten im Vorteil.

## 7. Literatur

- [1] Blumschein, P. (2003). Eine Metaanalyse zur Effektivität multimedialen Lernens am Beispiel der Anchored Instruction. <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/1546/pdf/pbdissdez04.pdf>, 20.05.2011
- [2] CTGV (1997). The Jasper Project – Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [3] Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (2000). Einleitung: Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. In H. Mandl & J. Gerstenmaier (Hrsg.). Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Göttingen: Hogrefe. S. 11 – 24.
- [4] Hugener, I. (2008). Inszenierungsmuster im Unterricht und Lernqualität. Münster: Waxmann.
- [5] Kuhn, J. & Müller, A. (2005). Ankermedien und ‚Aufgabenkultur‘ im Physikunterricht: Zwei empirische Studien im theoretischen Rahmen des situierten Lernens. In V. Nordmeier & A. Oberländer (Hrsg.). Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG – Berlin 2005. Berlin: Lehmanns Media.
- [6] Kuhn, J. & Müller, A. (2006). Authentische Aufgaben - ‚Zeitungsaufgaben‘ als Beispiel zur Umsetzung von Bildungsstandards in Physik. Praxis der Naturwissenschaften – Physik 55 (4), S. 29 – 34.
- [7] Kuhn, J. (2010). Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktionen- und Lehr-Lern-Forschung: Effektivität und Optimierung von Ankermedien für eine neue Aufgabenkultur im Physikunterricht. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- [8] Mandl, H. & Kopp, B. (2005). Situated learning: Theories and models. In P. Nentwig & D. Waddington (Ed.) Making it relevant. Context based learning of science. Münster: Waxmann. S. 15 – 34.
- [9] Pekrun, R. (2005). Research area 3: Students’ engagement in science. In OECD (Ed.) Contextual framework for PISA 2006. Warsaw: OECD. S. 41 – 56.
- [10] Prenzel, M.; Kirsten, A.; Dengler, P.; Ettl, R. & Beer, T. (1996). Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung – Wissenserwerb, Motivierungsgeschehen und Handlungskompetenzen. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Beiheft 13. S. 108 – 127.
- [11] Renkl, A. (1996). Träges Wissen – Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. Psychologische Rundschau, 47, S. 78 – 92.
- [12] Renkl, A.; Mandl, H. & Gruber, H. (1996). Inert Knowledge: Analyses and Remedies. Educational Psychologist, 31(2), 115 – 121.
- [13] Schnotz, W. (2005). An Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In R.E. Mayer (Ed.), The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York: Cambridge University Press. S. 49 – 69.
- [14] Seidel, T.; Prenzel, M. & Kobarg, M. (2005). How to run a video study. Technical report of the IPN video study. Münster: Waxmann.
- [15] Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (2007). Using Multivariate Statistics. Boston: Pearson Education.
- [16] Vogt, P. (2010). Werbeaufgaben im Physikunterricht. Motivations- und Lernwirksamkeit authentischer Texte. Wiesbaden: Vieweg-Teubner Verlag.
- [17] Watzka, B. & Girwidz, R. (2011). Kontextorientierte Anker aus der Alltags- und Umweltsensorik: Erste Resultate einer Interventionsstudie. PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2011. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/294>
- [18] Whitehead, A.N. (1929). The aims of education. New York: MacMillan.