

Schnotz, Wolfgang; Horz, Holger; McElvany, Nele; Schroeder, Sascha; Ullrich, Mark;  
Baumert, Jürgen; Hachfeld, Axinja; Richter, Tobias

## **Das BITE-Projekt: Integrative Verarbeitung von Bildern und Texten in der Sekundarstufe. Projekt BITE**

*Klieme, Eckhard [Hrsg.]; Leutner, Detlev [Hrsg.]; Kenk, Martina [Hrsg.]: Kompetenzmodellierung.  
Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes. Weinheim ;  
Basel : Beltz 2010, S. 143-153. - (Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft; 56)*

urn:nbn:de:0111-opus-33882

in Kooperation mit:

# **BELTZ**

<http://www.beltz.de>

### **Nutzungsbedingungen**

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### **Kontakt:**

**peDOCS**

Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Informationszentrum (IZ) Bildung

Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main

eMail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)

Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Zeitschrift für Pädagogik · 56. Beiheft

# **Kompetenzmodellierung**

## **Zwischenbilanz des DFG- Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes**

Herausgegeben von

Eckhard Klieme, Detlev Leutner und Martina Kenk

**BELTZ**

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder auf ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen oder sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopie hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder genutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München, bei der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 2010 Beltz Verlag · Weinheim und Basel  
Herstellung: Lore Amann  
Gesamtherstellung: Druckhaus „Thomas Müntzer“, Bad Langensalza  
Printed in Germany  
ISSN 0514-2717  
Bestell-Nr. 41157

# Inhaltsverzeichnis

*Eckhard Klieme/Detlev Leutner/Martina Kenk*  
Kompetenzmodellierung. Eine aktuelle Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunkt-  
programms. Einleitung zum Beiheft ..... 9

*Benő Csapó*  
Goals of Learning and the Organization of Knowledge ..... 12

## Mathematische Kompetenzen

*Marianne Bayrhuber/Timo Leuders/Regina Bruder/Markus Wirtz*  
Projekt HEUREKO  
Repräsentationswechsel beim Umgang mit Funktionen – Identifikation von  
Kompetenzprofilen auf der Basis eines Kompetenzstrukturmodells ..... 28

*Andreas Frey/Nicki-Nils Seitz*  
Projekt MAT  
Multidimensionale adaptive Kompetenzdiagnostik: Ergebnisse zur  
Messeffizienz ..... 40

*Nina Zeuch/Hanneke Geerlings/Heinz Holling/Wim J. van der Linden/  
Jonas P. Bertling*  
Projekt Regelgeleitete Itementwicklung  
Regelgeleitete Konstruktion von statistischen Textaufgaben: Anwendung von  
linear logistischen Testmodellen und Aufgabencloning ..... 52

*Eckhard Klieme/Anika Bürgermeister/Birgit Harks/Werner Blum/Dominik Leiß/  
Katrin Rakoczy*  
Projekt Co<sup>2</sup>CA  
Leistungsbeurteilung und Kompetenzmodellierung im Mathematikunterricht ..... 64

*Olga Kunina-Habenicht/Oliver Wilhelm/Franziska Matthes/André A. Rupp*  
Projekt Kognitive Diagnosemodelle  
Kognitive Diagnosemodelle: Theoretisches Potential und methodische Probleme ... 75

*Aiso Heinze*

Review

Mathematische Kompetenz modellieren und diagnostizieren: Eine Diskussion der Forschungsprojekte des DFG-Schwerpunktprogramms „Kompetenzmodelle“ aus mathematikdidaktischer Sicht ..... 86

## **Naturwissenschaftliche Kompetenzen**

*Tobias Viering/Hans E. Fischer/Knut Neumann*

Projekt Physikalische Kompetenz

Die Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I ..... 92

*Renate Soellner/Stefan Huber/Norbert Lenartz/Georg Rudinger*

Projekt Gesundheitskompetenz

Facetten der Gesundheitskompetenz – eine Expertenbefragung ..... 104

*Ilonca Hardy/Thilo Kleickmann/Susanne Koerber/Daniela Mayer/*

*Kornelia Möller/Judith Pollmeier/Knut Schwippert/Beate Sodian*

Projekt Science – P

Die Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz im Grundschulalter ..... 115

*Nina Roczen/Florian G. Kaiser/Franz X. Bogner*

Projekt Umweltkompetenz

Umweltkompetenz – Modellierung, Entwicklung und Förderung ..... 126

*Ilka Parchmann*

Review

Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften – Vielfalt ist wertvoll, aber nicht ohne ein gemeinsames Fundament ..... 135

## **Sprachliche und Lesekompetenzen**

*Wolfgang Schnotz/Nele McElvany/Holger Horz/Sascha Schroeder/Mark Ullrich/*

*Jürgen Baumert/Axinja Hachfeld/Tobias Richter*

Projekt BITE

Das BITE-Projekt: Integrative Verarbeitung von Bildern und Texten in der Sekundarstufe I ..... 143

*Tobias Dörfler/Stefanie Golke/Cordula Artelt*

Projekt Dynamisches Testen

Dynamisches Testen der Lesekompetenz: Theoretische Grundlagen, Konzeption und Testentwicklung ..... 154

<i>Thorsten Roick/Petra Stanat/Oliver Dickhäuser/Volker Frederking/ Christel Meier/Lydia Steinhauer</i>	
Projekt Literarästhetische Urteilskompetenz	
Strukturelle und kriteriale Validität der literarästhetischen Urteilskompetenz .....	165

<i>Hans Anand Pant/Simon P. Tiffin-Richards/Olaf Köller</i>	
Projekt Standard-Setting	
Standard-Setting für Kompetenztests im Large-Scale-Assessment .....	175

<i>Johannes Hartig/Jana Höhler</i>	
Projekt MIRT	
Modellierung von Kompetenzen mit mehrdimensionalen IRT-Modellen .....	189

<i>Albert Bremerich-Vos</i>	
Review	
Modellierung von Aspekten sprachlich-kultureller Kompetenz. Anmerkungen zu den Projektberichten .....	199

## **Fächerübergreifende Kompetenzen**

<i>Ellen Gausmann/Sabina Eggert/Marcus Hasselhorn/Rainer Watermann/ Susanne Bögeholz</i>	
Projekt Bewertungskompetenz	
Wie verarbeiten Schüler/-innen Sachinformationen in Problem- und Entscheidungssituationen Nachhaltiger Entwicklung – Ein Beitrag zur Bewertungskompetenz .....	
	204

<i>Samuel Greiff/Joachim Funke</i>	
Projekt Dynamisches Problemlösen	
Systematische Erforschung komplexer Problemlösefähigkeit anhand minimal komplexer Systeme .....	
	216

<i>Klaus Lingel/Nora Neuenhaus/Cordula Artelt/Wolfgang Schneider</i>	
Projekt EWIKO	
Metakognitives Wissen in der Sekundarstufe: Konstruktion und Evaluation domänenspezifischer Messverfahren .....	
	228

<i>Jens Fleischer/Joachim Wirth/Stefan Rumann/Detlev Leutner</i>	
Projekt Problemlösen	
Strukturen fächerübergreifender und fachlicher Problemlösekompetenz – Analyse von Aufgabenprofilen .....	
	239

*Melanie Schütte/Joachim Wirth/Detlev Leutner*

Projekt Selbstregulationskompetenz

Selbstregulationskompetenz beim Lernen aus Sachtexten – Entwicklung und  
Evaluation eines Kompetenzstrukturmodells ..... 249

*Tobias Gschwendtner/Bernd Geißel/Reinhold Nickolaus*

Projekt Berufspädagogik

Modellierung beruflicher Fachkompetenz in der gewerblich-technischen  
Grundbildung ..... 258

*Franziska Perels*

Review

Modellierung und Messung fächerübergreifender Kompetenzen und ihre  
Bedeutung für die Bildungsforschung. Kritische Reflexion der Projektbeiträge ... 270

## **Lehrerkompetenzen**

*Simone Bruder/Julia Klug/Silke Hertel/Bernhard Schmitz*

Projekt Beratungskompetenz

Modellierung der Beratungskompetenz von Lehrkräften ..... 274

*Cornelia Gräsel/Sabine Krolak-Schwerdt/Ines Nölle/Thomas Hörstermann*

Projekt Diagnostische Kompetenz

Diagnostische Kompetenz von Grundschullehrkräften bei der Erstellung der  
Übergangsempfehlung: eine Analyse aus der Perspektive der sozialen  
Urteilsbildung ..... 286

*Tina Seidel/Geraldine Blomberg/Kathleen Stürmer*

Projekt OBSERVE

„OBSERVER“ – Validierung eines videobasierten Instruments zur Erfassung  
der professionellen Wahrnehmung von Unterricht ..... 296

*Mareike Kunter*

Review

Modellierung von Lehrerkompetenzen. Kommentierung der  
Projektdarstellungen ..... 307

# Sprachliche und Lesekompetenzen

*Wolfgang Schnotz/Holger Horz/Nele McElvany/Sascha Schroeder/  
Mark Ullrich/Jürgen Baumert/Axinja Hachfeld/Tobias Richter*

## Das BITE-Projekt: Integrative Verarbeitung von Bildern und Texten in der Sekundarstufe I

*Projekt BITE<sup>1</sup>*

### 1. Ziel des Projekts

Nach dem Leseunterricht in den ersten Jahren in der Grundschule sollen Schüler/innen die erworbene Lesefähigkeit zum Erwerb neuen Wissens einsetzen. D.h.: Auf das Erlernen des Lesens folgt das Lesen, um zu lernen. In der Sekundarstufe verändern sich die Leseanforderungen insofern, als in vielen Fächern neben schriftlichen Texten auch verschiedene Arten von instruktionalen Bildern (Visualisierungen, Graphiken, Diagramme oder thematische Karten) zur Vermittlung von Wissen eingesetzt werden, die nicht mehr nur eine Dekorations- oder Situierungsfunktion haben, sondern als eine eigenständige, den Text ergänzende Informationsquelle fungieren. Text- und Bildinformationen müssen hier aufeinander bezogen und integrativ verarbeitet werden. Die Entwicklung dieser Kompetenz zur integrativen Verarbeitung von Text- und Bildinformationen bei Schüler/innen dürfte analog zur Kompetenzentwicklung in anderen Bereichen maßgeblich vom Unterricht ihrer Lehrkräfte beeinflusst werden.

Die integrative Verarbeitung von Texten und Bildern wird allerdings trotz ihrer allgegenwärtigen Bedeutung in den allgemeinbildenden Schulen bislang oft nicht systematisch gelehrt. Während realistische Bilder, wie z.B. Gemälde und Fotografien ein Erkennen des Abgebildeten anhand von Schemata der alltäglichen Wahrnehmung ermöglichen (vgl. Weidenmann 1994), benötigen logische Bilder wie z.B. Kreis-, Balken- oder Liniendiagramme und thematische Karten, die in Lehrmaterialien in der Regel eine deskriptive und/oder erklärende Funktion haben, ein spezielles Vorwissen über die betreffenden Darstellungskonventionen (vgl. Pinker 1990).

Ziel des BITE-Projekts ist die Überprüfung von Kompetenzmodellen zur Bild-Text-Integration auf Schüler- und Lehrerebene. Zum einen sollen Struktur und Entwicklung

---

1 Diese Veröffentlichung wurde ermöglicht durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Kennz.: SCHN 665/3-1 und BA 1461/7-1) im Schwerpunktprogramm „Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen“ (SPP 1293).



der Kompetenz zur integrativen Text-Bild-Verarbeitung bei Schüler/innen der Klassenstufen 5 bis 8 analysiert werden. Zum anderen soll untersucht werden, welche Kompetenzen zum Umgang mit Texten und Bildern im Unterricht Lehrkräfte unterschiedlicher Schulfächer besitzen und inwieweit diese Kompetenzen von Ausbildung und Berufserfahrung abhängig sind.

## 2. Theoretischer Ansatz

Kompetenzen können sowohl aus allgemein-kognitionswissenschaftlicher Sicht als auch aus differentieller Sicht analysiert werden, wobei jeweils unterschiedliche Strukturbegriffe zum Tragen kommen. Aus allgemein-kognitionswissenschaftlicher Sicht geht es zum einen um die Frage, welche Komponenten innerhalb der Architektur des kognitiven Systems bei der Ausübung einer Kompetenz beteiligt sind. Das Ergebnis einer solchen Analyse bezeichnen wir als Systemstrukturmodell. Ein Beispiel für ein Systemstrukturmodell wäre das Mehrspeichermodell des Gedächtnisses von Atkinson und Shiffrin (1968). Zum anderen geht es um die Frage, welche Prozesse einer Kompetenz zugrunde liegen und wie diese in bestimmter strukturierter Weise aufeinanderfolgen. Das Ergebnis einer solchen Analyse bezeichnen wir als Prozessstrukturmodell. Prozessstrukturmodelle können sich z.B. aus einer sog. rationalen Aufgabenanalyse ergeben, in denen die zur Bewältigung einer Anforderung erforderlichen Prozesse in eine sachlogisch notwendige Abfolge gebracht werden, wobei sich infolge von Inklusionsbeziehungen zugleich eine Lernhierarchie ergibt (vgl. Gagné 1968; Resnick/Wang/Kaplan 1973). Aus differenzieller Sicht steht die Frage im Vordergrund, wie sich die vorhandenen individuellen Unterschiede in der Ausprägung einer Kompetenz abbilden lassen. Hier geht es um die Struktur des zur Darstellung interindividueller Unterschiede erforderlichen Raumes, um die sog. Dimensionalität der betreffenden Kompetenz. Das Ergebnis einer solchen Analyse bezeichnen wir als metrisches Strukturmodell. Die Mehrdimensionalität des metrischen Strukturmodells ist ein hinreichender, jedoch nicht notwendiger Indikator für die qualitative Verschiedenheit der zugrunde liegenden Prozesse und beteiligten Komponenten des kognitiven Systems (vgl. Schnotz 1979): Strukturell und prozessual verschiedene Anforderungen im Rahmen einer Kompetenz bleiben auch dann verschieden, wenn die betreffenden Leistungen hoch korrelieren und sich die metrische Struktur der interindividuellen Unterschiede insofern als eindimensional erweist.

Im BITE-Projekt werden Prozessstrukturmodelle und metrische Strukturmodelle der Kompetenz zur integrativen Text-Bild-Verarbeitung entwickelt und überprüft. Ausgangspunkt dabei ist das von Schnotz und Bannert (2003) entwickelte integrative Modell des Text- und Bildverstehens (vgl. Schnotz 2005). Dieses basiert auf einer kategorialen Unterscheidung zwischen deskriptionalen und depiktionalen Repräsentationen. Texte, mentale sprachliche Oberflächenstrukturen und Propositionen gelten als deskriptionale Repräsentationen; Bilder, visuelle Vorstellungen und mentale Modelle gelten als depiktionale Repräsentationen. Dem Modell zufolge beinhaltet die integrative Verarbei-

tion von Bildern und Texten Strukturabbildungsprozesse. Da die abzubildenden Strukturen teilweise ineinander verschachtelt sind, lassen sich kognitive Hierarchieebenen der Verarbeitung unterscheiden, da die Abbildung hierarchieniedrigerer Strukturen Voraussetzung für die Abbildung hierarchiehöherer Strukturen ist (vgl. Wainer 1992). Dies soll im Folgenden an einem Beispiel veranschaulicht werden.

Abbildung 1 zeigt eine Text-Bild-Kombination aus dem Biologieunterricht, die den Aufbau eines Insektenbeins erläutert.<sup>2</sup> Eine sehr einfache Anforderung der Bild-Text-Integration wäre, dass die bzw. der Lernende bestimmen muss, wie man das letzte Glied eines Insektenbeines bezeichnet. Wir klassifizieren ein solches Ablesen von Detailinformation als eine Anforderung der kognitiven Hierarchieebene 1. Eine komplexere Anforderung wäre zu bestimmen, ob der Schenkel des Schwimmbeines kürzer ist als der Schenkel des Sprungbeins. Wir bezeichnen ein solches Ablesen einfacher Relationen als eine Anforderung der kognitiven Hierarchieebene 2. Eine noch komplexere Anforderung wäre die Beantwortung der Frage, ob das Laufbein eine längere Schiene als das Schwimmbein, aber eine kürzere Schiene als das Sprungbein hat. Wir bezeichnen ein solches Ablesen komplexer Relationen als eine Anforderung der kognitiven Hierarchieebene 3. Die verschiedenen Hierarchieebenen kennzeichnen somit logisch aufeinander

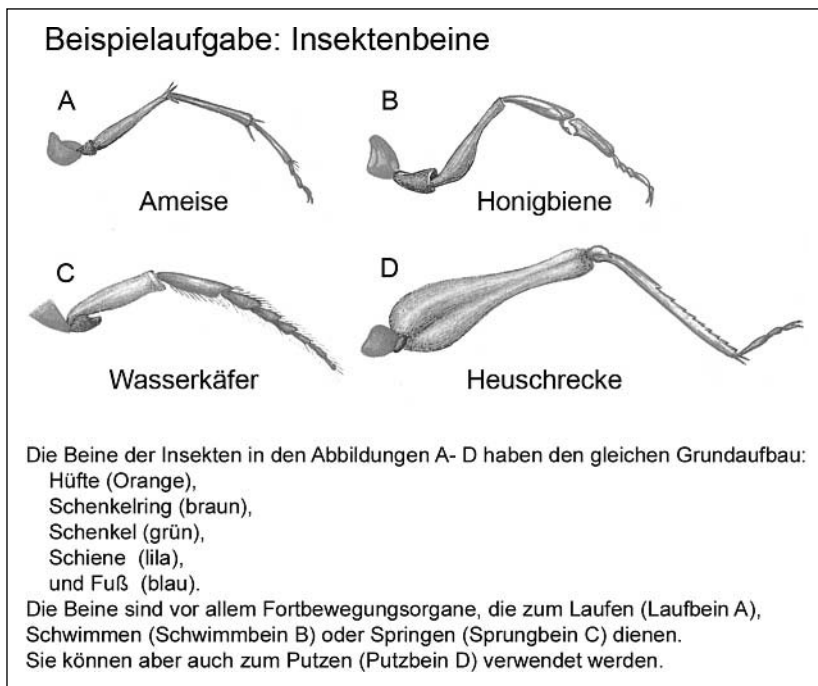


Abb. 1

2 Im Original sind im Bild die verschiedenen Teile des Beins nicht durch Farbnamen beschriftet, sondern in entsprechender Farbe gezeichnet. Im Text steht hinter jedem Namen des Bein-Teils nicht der Farbname, sondern eine entsprechende farbige Markierung.

aufbauende Komplexitätsstufen jeweils aufgabenspezifischer Strukturabbildungsprozesse innerhalb des depiktionalen Repräsentationszweiges, die von deskriptionalen Repräsentationen geleitet werden. Es sei noch einmal betont, dass es sich bei den Items verschiedener kognitiver Hierarchieebenen um Anforderungstypen hinsichtlich der notwendigen Strukturabbildung und nicht um Niveaustufen auf einer Dimension eines metrischen Modells handelt.

Die Kompetenz von Schüler/innen zur Bild-Text-Integration dürfte maßgeblich durch das Unterrichtshandeln von Lehrkräften beeinflusst werden. Die Förderung dieser Kompetenz verlangt von Lehrer/innen, bei Schüler/innen lernrelevante kognitive Prozesse anzuregen. Der Expertise der Lehrkräfte wird eine direkte Funktion für das unterrichtliche Handeln und die Lehr-Lern-Prozesse zugeschrieben (vgl. Krauss u.a. 2008). Als wesentliche Aspekte der Lehrerkompetenz gelten dabei Wissen, Einstellungen, Motivation und Selbstregulation (vgl. Kunter/Baumert 2006; Shulman 1987). Daher soll im Rahmen des Projekts überprüft werden, inwiefern die entsprechenden Lehrerkompetenzen im Bereich Bild-Text-Integration vermittelt über die Unterrichtsqualität Einfluss auf die Leistung und Motivation der Schüler/innen haben. Einen zentralen Aspekt der Lehrerkompetenz stellt die diagnostische Kompetenz bei der Einschätzung von Schülerfähigkeiten oder Aufgabenanforderungen, -potenzial und -schwierigkeiten dar (vgl. McElvany u.a. im Druck; Spinath 2005). Fehlende Akkuratheit der Einschätzung wie z.B. durch Überschätzung der Schülerleistung, das Nicht-Erkennen von schwachen Leser/innen oder Probleme bei der Unterscheidung von leichten und schweren Aufgaben können die Planung und Durchführung des Unterrichts nachhaltig negativ beeinflussen. Dementsprechend kann diagnostische Kompetenz im Bereich der Bild-Text-Integration als eine Voraussetzung zur gezielten Auswahl und Gestaltung von Texten mit Bildern und für eine Adaption des Unterrichts entsprechend unterschiedlicher Leistungsniveaus angesehen werden.

### 3. Forschungsfragen

Im BITE-Projekt stehen folgende Forschungsfragen im Vordergrund:

- (a) Aus welchen systemstrukturellen und prozessualen Komponenten besteht die Kompetenz zur integrativen Text-Bild-Verarbeitung und wieweit schlagen sich diese in einer entsprechenden Dimensionalität nieder?
- (b) Wieweit lassen sich die verschiedenen Komponenten voneinander abgrenzen und wieweit unterscheiden sie sich von der allgemeinen textbezogenen Lesekompetenz sowie den allgemeinen kognitiven Fähigkeiten?
- (c) Welche Unterschiede bestehen zwischen Schüler/innen verschiedener Schularten und verschiedener Jahrgangsstufen?
- (d) Über welche Kompetenzen verfügen Lehrkräfte unterschiedlicher Fächer und Schulformen zum Umgang mit Texten und Bildern im Unterricht und sind Ausbildung bzw. Berufserfahrung Moderatoren dieser Kompetenzen?

- (e) Inwiefern nehmen die Kompetenzen der Lehrkräfte vermittelt über die Unterrichtsqualität Einfluss auf Leistung und Motivation der Schüler/innen beim Umgang mit Texten und Bildern?

#### 4. Methodisches Vorgehen und Forschungsdesign

Zur Beantwortung der o.g. Forschungsfragen wurden bisher eine Pilotierungsstudie und die erste Erhebung einer Längsschnittstudie durchgeführt. Die Pilotierungsstudie diente zum einen als Grundlage für die Entwicklung der Messinstrumente und sollte zum anderen erste Hinweise auf den Entwicklungsstand der Kompetenz zur Bild-Text-Integration innerhalb der Klassenstufen 5 bis 8 in den verschiedenen Schularten geben. Die Längsschnittstudie soll über drei Messzeitpunkte anhand von zwei Kohorten (Kohorte A: Klassenstufe 5 bis 7, Kohorte B: Klassenstufe 6 bis 8) Aufschluss über die Entwicklung der Kompetenzen zur Bild-Text-Integration liefern. Im Folgenden werden nur die Ergebnisse der Pilotierungsstudie berichtet.

##### 4.1 Aufgabenkonstruktion und Itemanalyse auf Schülerebene

Ausgehend von einer Analyse nahezu aller in der Bundesrepublik Deutschland verwendeten Schulbücher der Fächer Biologie und Geographie der Klassenstufen 5 bis 8 wurden 48 Aufgaben zur Bild-Text-Integration entwickelt. Jede Aufgabe bestand aus einem Aufgabenstamm aus einem kurzen Text (38 bis 160 Worte), 1–3 Bildern (Karten, schematischen Visualisierungen und Diagrammen) sowie 6 Multiple-Choice-Testitems mit jeweils 4 Antwortalternativen, von denen jeweils eine richtig war. Je zwei dieser Items stellten Anforderungen der Hierarchieebene 1, zwei stellten Anforderungen der Hierarchieebene 2 und zwei stellten Anforderungen der Hierarchieebene 3. Zur Beantwortung der Items mussten die Proband/innen Text- und Bildinformation aufeinander beziehen, da weder der Text alleine noch das Bild alleine die korrekte Beantwortung der Items ermöglichte. Die 48 Aufgaben mit insgesamt  $48 \times 6 = 288$  Items wurden nach einem Youden-Design 60 Testheften zugeordnet, welche systematisch rotiert insgesamt 1060 Schüler/innen der Klassenstufen 5 bis 8 von zufällig ausgewählten Gymnasien, Realschulen und Hauptschulen des Landes Rheinland-Pfalz vorgegeben wurden. Pro Schulart-Klassenstufen-Kombination nahmen jeweils 4 zufällig ausgewählte Klassen an der Untersuchung teil, wobei pro Schule jeweils nur eine Klasse involviert war. Die von den Schüler/innen bearbeiteten Testitems wurden einer Itemanalyse aufgrund eines ein-parametrischen logistischen Modells (Rasch-Modell) unterzogen. Zur Auswahl modellkonformer Items für die Hauptuntersuchung wurden residuenbasierte Item-Fit-Statistiken verwendet. Zusätzlich wurden DIF-Analysen (Geschlecht, Klassenstufe und Schultyp) durchgeführt, um weitere problematische Items zu identifizieren und auszusortieren.

Es wurde erwartet, dass innerhalb jeder Aufgabe Strukturabbildungsprozesse höherer Ebene mehr Schwierigkeit bereiten als Strukturabbildungsprozesse niedrigerer

Ebene. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde für die bei der Itemanalyse ausgewählten Items die Korrelation zwischen der theoretisch angenommenen kognitiven Hierarchieebene je Aufgabe mit dem Rankplatz der empirischen Itemschwierigkeit innerhalb der jeweiligen Aufgabe korreliert. Die entsprechende Kontingenztafel ist in Tabelle 1 angegeben. Für den Zusammenhang beider Variablen ergab mit einem Kendalls Tau von .55 ein mittlerer Zusammenhang. Dabei ist zu berücksichtigen, dass infolge des Multimatrix-Designs vor allem bei den leichten Items bereits geringe Unterschiede in der Häufigkeit von Falschantworten zu einem Wechsel in der Rangposition der Schwierigkeiten führten. Außerdem mussten die Items zur Sicherung der stochastischen Unabhängigkeit so konstruiert werden, dass zwischen ihnen keine direkten semantischen Abhängigkeiten bestanden, weshalb die Items jeweils unterschiedlichen Hierarchien angehörten. Vor diesem Hintergrund ist der vorliegende Zusammenhang zwischen theoretischer Hierarchieebene und empirischer Schwierigkeit als befriedigend anzusehen. Die verschiedenen kognitiven Hierarchieebenen lassen sich insofern hinreichend voneinander abgrenzen.

	<b>Empirische Rangstufe 1</b>	<b>Empirische Rangstufe 2</b>	<b>Empirische Rangstufe 3</b>
Hierarchieebene 1	53	25	5
Hierarchieebene 2	23	37	26
Hierarchieebene 3	5	18	56

*Anmerkung:* In den Zellen der Tabelle ist die Häufigkeit angegeben, mit der die betreffende Kombination von theoretischer Hierarchieebene und Rangstufe der empirischen Schwierigkeit vorkommt. Bei einem perfekten Zusammenhang zwischen Hierarchieebene und empirischer Rangstufe wären nur die Diagonalzellen (von links oben nach rechts unten) besetzt.

*Tab. 1: Zusammenhang zwischen theoretisch angenommener Hierarchieebene der Strukturabbildung und Rangstufe der empirischen Itemschwierigkeit pro Aufgabe über alle Items*

Um die Frage nach der Dimensionalität der Kompetenz zur Bild-Text-Integration zu beantworten, wurden drei alternative hypothetische metrische Strukturmodelle überprüft: ein eindimensionales, ein zweidimensionales und ein dreidimensionales Modell. Im eindimensionalen Modell wurde angenommen, dass die Items der verschiedenen Hierarchieebenen so hoch korrelieren, dass eine Dimension zur Beschreibung der individuellen Unterschiede ausreicht.<sup>3</sup> Im zweidimensionalen Modell wurde angenommen, dass die Strukturabbildungsanforderungen bei Items der Hierarchieebene 1 (Ablesen von Detailinformation) sich von den Strukturabbildungsanforderungen bei Items der höheren Hierarchieebenen 2 und 3 (Ablesen von Relationen) soweit unterscheiden, dass

<sup>3</sup> Kognitiv sehr unterschiedliche Anforderungen sind beispielsweise auch bei den PISA-Lesetestaufgaben und -items gegeben, die gleichwohl in ein eindimensionales metrisches Strukturmodell integriert werden können.

beide Itemgruppen jeweils eigenständige Dimensionen konstituieren. Im dreidimensionalen Modell wurde angenommen, dass die Strukturabbildungsanforderungen bei Items der kognitiven Hierarchieebene 1, bei Items der Hierarchieebene 2 und bei Items der Hierarchieebene 3 qualitativ soweit verschieden sind, dass die drei Itemgruppen jeweils eigenständige Dimensionen konstituieren.

Die Ergebnisse der Modellfit-Prüfungen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Es zeigt sich, dass der BIC-Wert für das zweidimensionale Modell am geringsten, die Modellanpassung somit am höchsten ist. Demnach werden die vorliegenden Daten der Pilotierungsuntersuchung am besten durch ein metrisches Strukturmodell beschrieben, in dem einerseits eine Dimension für das Ablesen von Detailinformation und andererseits eine Dimension für das Ablesen von Relationen unterschieden werden. Die manifeste Korrelation zwischen beiden Dimensionen beträgt  $r = .760$ , die latente Korrelation  $r = .950$ . Für pragmatische Zwecke kann angesichts der Höhe der latenten Korrelation auch mit einer eindimensionalen Lösung operiert werden.

	<b>-2 ln L</b>	<b>Parameter</b>	<b>BIC</b>
Eindimensional	44841,7	289	46854,9
Zweidimensional	44819,3	291	46846,4
Dreidimensional	44815,6	294	46863,7

*Anmerkung:* Um die Güte der verschiedenen Modelle miteinander zu vergleichen, wurde das Bayes Information Criterion (BIC) ausgewählt, bei dem die logarithmierte Likelihood mit der Anzahl der verwendeten Parameter gewichtet wird. Je niedriger der BIC-Wert, umso besser ist die Passung des Modells.

*Tab. 2: Ergebnisse der Modellanpassungsprüfung für das ein-, das zwei- und das dreidimensionale metrische Strukturmodell*

## 4.2 Skalenkonstruktion und Fragebogenerhebung auf Lehrerebene

Für die Befragungen der Lehrer/innen wurden Fragebogen zur Erhebung der Kompetenzen von Lehrkräften (Wissen, Einstellungen, Motivation, diagnostische Fähigkeiten) zur Thematik der Bild-Text-Integration entwickelt. Dabei betrafen die pädagogischen Einstellungen die Überzeugungen der Lehrkräfte hinsichtlich der Wichtigkeit von Abbildungen für den Unterricht, die Bedeutung von Übung im Umgang mit Bildern und Texten, die Bedeutung der Vermittlung von Strategien der Bild-Text-Integration sowie der Selbständigkeit im Umgang mit Bildern und Texten. Die Skalen bestanden aus jeweils 3–4 Items und besaßen eine interne Konsistenz zwischen .67 und .85 (Cronbachs  $\alpha$ ). Befragt wurden die Biologie- (33 Beantwortungen), Geographie- (33 Beantwortungen) und Deutschlehrer/innen (42 Beantwortungen) der untersuchten Klassen.

Die Lehrer/innen, welche die Fragebogen beantwortet hatten, unterrichteten insgesamt 856 Schüler/innen der untersuchten Schülerstichprobe. Um Hinweise auf Art und

Qualität des Unterrichts hinsichtlich des Umgangs mit Texten und Bildern zu erhalten, wurden die Schüler/innen unter anderem nach ihrer Motivation beim Lernen mit Texten und integrierten Bildern im Unterricht befragt. Die interne Konsistenz der aus 4 Items bestehenden Skala betrug .79 (Cronbachs  $\alpha$ ). Innerhalb der untersuchten Klassen bewertet jeweils ein Drittel der Schüler/innen eine der drei o.g. Lehrkräfte.

## 5. Ergebnisse der Pilotierungsstudie

### 5.1 Ergebnisse auf der Schülerebene

Die Mittelwerte der Schülerleistungen in den einzelnen Klassenstufen und Schularten sind in Abbildung 2 grafisch dargestellt.<sup>4</sup> Da es sich hier um Daten einer Querschnittsanalyse von verschiedenen Kohorten handelt, handelt es sich hier nicht um tatsächliche Entwicklungsverläufe. Allerdings können erhebliche Leistungsunterschiede zwischen den verschiedenen Schularten und den verschiedenen Klassenstufen festgestellt werden. Eine Kovarianzanalyse mit den Faktoren „Klassenstufe“ und „Schulart“ sowie der Kovariaten „Kognitive Fähigkeiten“ erbrachte für alle drei Variablen signifikante Unterschiede hin-

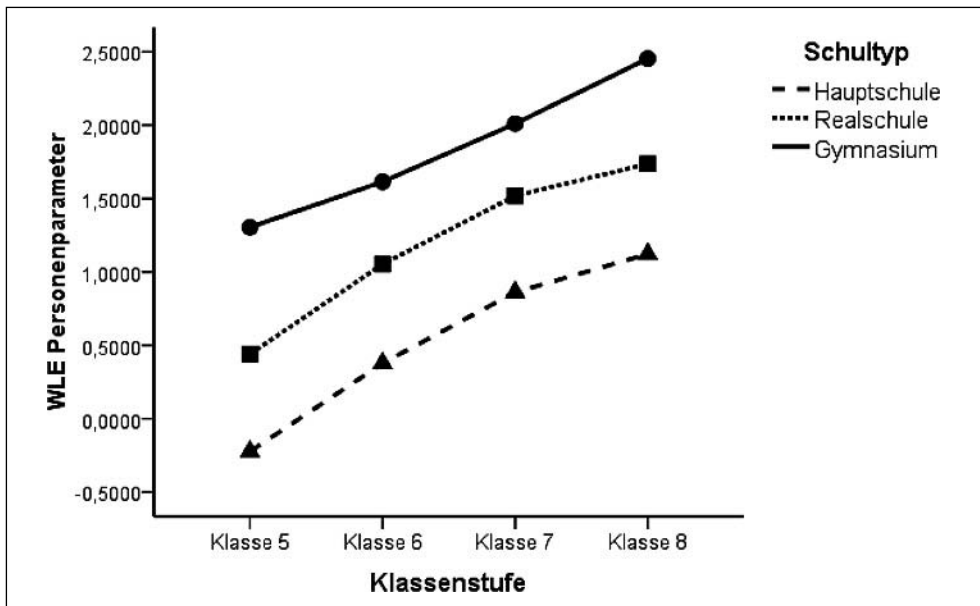


Abb. 2: Mittelwerte der rasch-skalierten Schülerleistungen zur Bild-Text-Integration in den Klassenstufen 5 bis 8 in der Hauptschule, der Realschule und im Gymnasium

4 Bei den hier berichteten Kompetenzunterschieden wird der Einfachheit halber auf das eindimensionale metrische Modell zurückgegriffen.

sichtlich der Kompetenz zur Bild-Text-Integration mit insgesamt relativ hohen Anteilen an aufgeklärter Varianz. Die Effektstärken betragen  $\eta^2 = 26,4\%$  für den Faktor „Klassenstufe“,  $\eta^2 = 25,4\%$  für den Faktor „Schulart“ sowie  $\eta^2 = 15,8\%$  für die Kovariate „Kognitive Fähigkeiten“. Es fand sich keine nennenswerte Interaktion zwischen Klassenstufe und Schulart. D.h.: Die Kompetenzunterschiede zwischen aufeinanderfolgenden Klassenstufe waren in allen drei Schularten im Wesentlichen die gleichen. Bemerkenswert ist, dass die mittleren Leistungen von Hauptschüler/innen in der Klassenstufe 8 mit 0,87 ( $SD = 0,72$ ) im Vergleich zu den mittleren Leistungen von Gymnasiast/innen der Klassenstufe 5 mit 1,58 ( $SD = 0,96$ ) hochsignifikant geringer sind ( $t(156,9) = 5,47; p < .001$ ).

## 5.2 Ergebnisse auf der Lehrerebene

Es zeigte sich, dass die Schüler/innen einen Unterricht präferierten, der weitgehend störungsfrei abläuft und genügend Zeit zur Klärung von Verständnisproblemen lässt. Ein solcher Unterricht wurde eher von Lehrkräften gegeben, die die Bedeutung der Strategievermittlung bei der Befragung zu ihren Einstellungen betonten. Allerdings wurde auch deutlich, dass die geäußerten Überzeugungen der Lehrkräfte nicht immer mit ihrem tatsächlichen Unterrichtshandeln konform waren: So integrierten Lehrkräfte, welche Abbildungen in den Befragungen für besonders wichtig hielten, diese nach Schüleraussage weniger in ihren Unterricht. Auch ergaben sich Hinweise darauf, dass die Schwierigkeit von Bildern häufig unterschätzt wird und dass diese eher als Mittel zur Illustration angesehen werden.

## 6. Diskussion

Den dargestellten Ergebnissen zufolge hat die Beschulung von der 5. bis zur 8. Klassenstufe nur relativ moderate Effekte auf die Entwicklung der Kompetenz zur Bild-Text-Integration. Die mittlere Kompetenz von Hauptschüler/innen in der 8. Klassenstufe scheint immer noch unter der mittleren Kompetenz von Gymnasiast/innen in der 5. Klassenstufe zu liegen. Kognitive Fähigkeiten scheinen hier eher eine untergeordnete Rolle zu spielen. Die Kompetenzentwicklung in den verschiedenen Schularten scheint innerhalb klar getrennter Bereiche stattzufinden, ohne dass dies durch unterschiedliche kognitive Fähigkeitsniveaus hinreichend erklärbar wäre. Die Ergebnisse bieten zu der Vermutung Anlass, dass eine systematische Förderung der Kompetenz zur Bild-Text-Integration im Unterricht eher selten stattfindet und die beobachtbare Kompetenzsteigerung eher ein Begleitphänomen anderer Lehr-Lernprozesse ist.

Während der Förderung der Lesefähigkeit im Schulalltag zu Recht viel Aufmerksamkeit gewidmet wird, erhält das Lesen von Bildern, Diagrammen und anderen Visualisierungen in den meisten Lehrplänen offenbar vergleichsweise wenig Beachtung. Tatsächlich erfordert eine erfolgreiche visuelle Wissenskommunikation mit Hilfe von Bildern komplexe Fähigkeiten (vgl. Bertin 1981; Wainer 1992). Die integrative Ver-



arbeitung von Bildern und Texten stellt insofern noch höhere Anforderungen, da hier ein strategischer Umgang mit den wechselseitigen „constraints“ eine wichtige Rolle spielt.

Auf der Seite der Lehrkräfte erscheint es sinnvoll, das Bewusstsein für die Komplexität von Anforderungen der Bild-Text-Integration zu verstärken und die Sensibilität für die dabei zu überwindenden Schwierigkeiten zu fördern. Nicht nur für Schüler/innen, sondern auch für Lehrer/innen gilt, dass die integrierte semantische Verarbeitung von Bildern und Texten spezifische Verarbeitungsstrategien erfordert, die als Kulturtechnik erworben, verstanden und eingeübt werden müssen. Dies scheint im Unterricht eher sporadisch zu geschehen. Insgesamt gesehen ist die Entwicklung der Kompetenz zur Bild-Text-Integration zwar eine immer wichtigere Voraussetzung für eine erfolgreiche Bewältigung von Alltagsanforderungen und für Bildungsprozesse. Die Herausbildung dieser Kompetenz scheint bislang allerdings eher ein Nebenprodukt des schulischen Lehrens und Lernens als das Ergebnis systematischer Unterrichtsbemühungen zu sein.

## Literatur

- Atkinson, R.C./Shiffrin, R.M. (<sup>2</sup>1968): Human memory: A proposed system and its control processes. In: Spence, K.W./Spence, J.T. (Hrsg.): *The psychology of learning and motivation*. London: Academic Press, S. 89–195.
- Bertin, J. (1981): *Graphics and graphic-information-processing*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Gagné, R.M. (1968): Learning hierarchies. In: *Educational Psychologist* 6, S. 3–6.
- Krauss, S./Brunner, M./Kunter, M./Blum, W./Jourdan, A./Neubrand, M./Baumert, J. (2008): Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. In: *Journal of Educational Psychology* 100, H. 3, S. 716–725.
- Kunter, M./Baumert, J. (2006): Linking TIMSS to research on learning and instruction: A re-analysis of the German TIMSS and TIMSS Video data. Chapter 21. In: Howie, S.J./Plomp, T. (Hrsg.): *Contexts of learning mathematics and science: Lessons learned from TIMSS*. London u.a.: Routledge, S. 335–351.
- McElvany, N./Schroeder, S./Richter, T./Hachfeld, A./Baumert, J./Schnotz, W./Horz, H./Ullrich, M. (im Druck): Diagnostische Fähigkeiten von Lehrkräften bei der Einschätzung von Schülerfähigkeiten und Aufgabenschwierigkeiten bei Lernmedien mit instruktionalen Bildern. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*.
- Pinker, S. (1990): A theory of graph comprehension. In: Freedle, R. (Hrsg.): *Artificial intelligence and the future of testing*. Hillsdale: Erlbaum, S. 73–126.
- Resnick, L.B./Wang, M.C./Kaplan, J. (1973): Task analysis in curriculum design. A hierarchically sequenced introductory mathematics curriculum. In: *Journal of Applied Behavior Analysis* 6, S. 679–710.
- Schnotz, W. (1979): *Lerndiagnose als Handlungsanalyse*. Weinheim: Beltz.
- Schnotz, W. (2005): An Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In: Mayer, R.E. (Hrsg.): *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 49–69.
- Schnotz, W./Bannert, M. (2003): Construction and interference in learning from multiple representations. In: *Learning and Instruction* 13, S. 141–156.
- Shulman, L. (1987): Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. In: *Harvard Educational Review* 57, S. 1–22.

- Spinath, B. (2005): Akkuratheit der Einschätzung von Schülermerkmalen durch Lehrer und das Konstrukt der diagnostischen Kompetenz. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 19, S. 85–95.
- Wainer, H. (1992): Understanding graphs and tables. In: Educational Researcher 21, H. 1, S. 14–23.
- Weidenmann, B. (Hrsg.) (1994): Wissenserwerb mit Bildern. Bern: Hans Huber.

### **Anschrift der Autor/innen**

Prof. Dr. Wolfgang Schnotz, Universität Koblenz-Landau, Arbeitseinheit Allgemeine und Pädagogische Psychologie, Thomas-Nast-Str. 44, D-76829 Landau  
E-Mail: schnotz@uni-landau.de

Prof. Dr. Holger Horz, Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Angewandte Psychologie, Institut für Kooperationsforschung und -entwicklung, Riggensbachstrasse 16, CH-4600 Olten  
E-Mail: holger.horz@fhnw.ch

Prof. Dr. Nele McElvany, Institut für Schulentwicklung (IFS), Technische Universität Dortmund, Vogelpothsweg 78, D-44227 Dortmund  
E-Mail: mcelvany@ifs.tu-dortmund.de

Dr. Sascha Schroeder, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Lentzeallee 94, D-14195 Berlin  
E-Mail: sascha.schroeder@mpib-berlin.mpg.de

Dipl.-Psych. Mark Ullrich, Universität Koblenz-Landau, Arbeitseinheit Allgemeine und Pädagogische Psychologie, Thomas-Nast-Str. 44, D-76829 Landau  
E-Mail: ullrichm@uni-landau.de

Prof. Dr. h.c. mult. Jürgen Baumert, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Lentzeallee 94, D-14195 Berlin  
E-Mail: sekbaumert@mpib-berlin.mpg.de

Dipl.-Psych. Axinja Hachfeld, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Lentzeallee 94, D-14195 Berlin  
E-Mail: hachfeld@mpib-berlin.mpg.de

Dr. Tobias Richter, Universität zu Köln, Lehrstuhl Allgemeine Psychologie II, Bernhard-Feilchenfeld-Str. 11, D-50969 Köln  
E-Mail: tobias.richter@uni-koeln.de