



Universität Potsdam

Lern- und Lehr- Forschung

LLF- Berichte | 20
Fachdidaktik

Zentrum für Lehrerbildung

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;

detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

LLF-Berichte | 20

© Universität Potsdam, 2005

Herausgeber: Universität Potsdam
 Zentrum für Lehrerbildung (ZfL)
 Komplex II, Haus 14
 Karl-Liebknecht-Str. 24-25
 14476 Golm
 <http://www.uni-potsdam.de/u/zlb/>
 Prof. Dr. H. Giest

Druck: bud Potsdam

Vertrieb: Universitätsverlag Potsdam
 Postfach 60 15 53
 14415 Potsdam
 Fon +49 (0) 331 977-4517 / Fax -4625
 e-mail: ubpub@rz.uni-potsdam.de
 <http://info.ub.uni-potsdam.de/verlag.htm>

ISBN 3-937786-32-5
ISSN 0945-294X

Dieses Manuskript ist urheberrechtlich geschützt. Es darf ohne vorherige Genehmigung der Autoren / Herausgeber nicht vervielfältigt werden.

Lern- und Lehr- Forschung

LLF- Berichte / 20

Fachdidaktik

Universität Potsdam
Zentrum für Lehrerbildung

Inhalt

Fachdidaktik

Vorwort	S. 3
Hartmut Giest Zentrum für Lehrerbildung der Universität Potsdam	S. 6
Hartmut Giest Fachdidaktik – Eine Standortbestimmung Universität Potsdam	S. 14
Thorid Rabe Lernen von Physik am Computer, Textverständlichkeit und Aktivierung der Lernenden	S. 27
Antje Leisner Modellkompetenz im Physikunterricht	S. 35
Christian Pießnack/ Adelbert Schübel Untersuchungen zur orthographischen Kompetenz von Abiturientinnen und Abiturienten im Land Brandenburg	S. 50
Wolfram Meyerhöfer Untersuchungen zum PISA – Mathematik – Test	S. 73

Vorwort

Mit dem vorliegenden Heft 20 der LLF-Berichte wird an die 1999 letztmalig erschienene Schriftenreihe des Interdisziplinären Zentrums für Lern- und Lehr-Forschung an der Universität Potsdam angeknüpft. Im Vorwort des Heftes 19 habe ich über die Schließung des Zentrums und über die dafür maßgeblichen Gründe berichtet und auf die Empfehlung der Kommission, welche die damals existierenden drei Pädagogischen Zentren evaluierte, verwiesen, ein neues Zentrum für Pädagogische Forschung zu gründen. Welche Probleme damit verbunden waren, illustriert die Tatsache, dass es drei Jahre gedauert hat, bis ein neues, nun Zentrum für Lehrerbildung an der Universität gegründet wurde. Wie immer man es auch nimmt, dies wirft ein interessantes Schlaglicht auf den Stellenwert der Lehrerbildung an der Universität: Es bedurfte erst der durch den Bologna-Prozess und TIMSS, PISA, IGLU ... beförderten Kritik an der Lehrerbildung, bis auch in der Universität der entstandene Reformstau nicht mehr übersehen werden konnte.

Die zurückliegenden 18 Monate intensiver Arbeit wurden für die Herstellung der Arbeitsfähigkeit des Zentrums genutzt. Hauptinhalte der Arbeit waren die Unterstützung der Reform der Lehrerbildung an der Universität, vor allem im Zusammenhang mit der Einführung konsekutiver Studiengänge in der Lehrerbildung. Weitere Schwerpunkte der Arbeit waren das Theorie-Praxis-Problem, die Verbesserung des berufsvorbereitenden Momentes im Studium (Berufsfeldbezug) sowie die Evaluation der Lehrerbildung (erste und zweite Phase). Eine wichtige, gegenwärtig noch nicht befriedigend gelöste Aufgabe ist die Förderung der Vernetzung der Forschungen zur Lehrerbildung, zu Schule und Unterricht, in einer solchen Weise, dass sie DFG förderfähig wird.

Neben dem Aufbau neuer Arbeitsgebiete (z.B. E-Learning) wurde aber auch Bewährtes fortgeführt. Dazu zählen die Tage der Fachdidaktik an der Universität, welche den Fachdidaktiken ein Forum bieten, sich über Fragen der Entwicklung der Disziplin, Forschungsansätze und Forschungsergebnisse auszutauschen sowie hierauf bezogene Kontakte zur Schulpraxis zu pflegen, um Forschungsergebnisse auch in der Praxis zu diskutieren und die Ausstrahlung der Fachdidaktik auf die Praxiswirkung zu erhöhen.

Das vorliegende Heft ist der Fachdidaktik an der Universität Potsdam gewidmet. Fachdidaktik bildet das Zentrum der Lehrerbildung, oder zumindest sollte sie es bilden. Der Nachsatz ist in gewisser Weise berechtigt, da die Realität oft anders aussieht: Fachdidaktik führt ein Schattendasein an den Universitäten. Ihre Position zwischen Fach und Erziehungswissenschaft ist eher unsicher, als forschende Disziplin wird sie kaum wahrgenommen und es drücken sie Nachwuchssorgen.

Damit ist auch schon die Zielstellung dieses Heftes angesprochen. In ihm geht es einerseits um das Selbstverständnis der Fachdidaktik, um das Kommunizieren ihrer Aufgaben, Ziele und die Eigenständigkeit als Wissenschaftsdisziplin. Es soll dazu beigetragen werden, die Verständigung über die Entwicklungsperspektiven der Fachdidaktik innerhalb und außerhalb der Universität zu fördern und

es soll die Fachdidaktik als forschende Wissenschaftsdisziplin vorgestellt werden. Dies soll zur Wahrnehmung der Bedeutung der Fachdidaktik mit Blick auf die Lehrerbildung und im Hinblick auf ihre eigenständige, durch keine andere Disziplin zu ersetzende Forschung und Lehre an der Universität und in der Fachöffentlichkeit beitragen.

Im ersten Teil des Heftes wird zunächst die diese Reihe herausgebende Institution, das Zentrum für Lehrerbildung als fakultätsübergreifende Struktur und Ort der Lehrerbildung an der Universität Potsdam vorgestellt. Ausgehend von der Grundposition, dass eine Stärkung der Fachdidaktik wesentlich mit der Wahrnehmung ihrer Spezifik und Dignität als Wissenschaftsdisziplin innerhalb der Universität zusammenhängt, thematisiert *Hartmut Giest* das Selbstverständnis der Fachdidaktik als Schnittstelle zwischen der Fachwissenschaft und der Erziehungswissenschaft. In seiner Standortbestimmung greift er zunächst die Außenwahrnehmung der Fachdidaktik in der Lehrerbildung auf und skizziert ihre häufig ungesicherte Stellung als wissenschaftliche Disziplin an Universitäten sowie deren meist unbefriedigende personelle und materielle Ausstattung. Wesentliche Argumente zur Beschreibung des Disziplincharakters und eigenständigen Forschungsgegenstandes der Fachdidaktik gewinnt er aus der modernen Kognitionsforschung bzw. Lehr-Lern-Forschung, die vor allem die Domänenspezifik, die Kontextualität der kognitiven Entwicklung und die Bedeutung des domänenspezifischen Lernens unterstreichen. Aus dieser Perspektive heraus werden im Beitrag fachdidaktische Lehre und Forschung als unverzichtbarer, durch nichts zu ersetzender Bestandteil der Lehrerbildung innerhalb der Universität gekennzeichnet. Abschließend zieht der Autor Konsequenzen für die Lehrerbildung und für die Forschung mit Blick auf Forschungsfelder und personelle Ausstattung an Universitäten – Forderungen, deren Durchsetzung unter den sich wandelnden Rahmenbedingungen an Schulen und Universitäten für die Zukunft des Faches bedeutungsvoll sind.

Im zweiten Teil werden fachdidaktische Forschungsprojekte vorgestellt. Die in diesem Teil des Heftes zusammengestellten Beiträge sind während des Tages der Fachdidaktik an der Universität am 30.06.2004 Teil des Tagungsprogramms gewesen und für dieses Heft ausgewählt worden.

Thorid Rabe berichtet über eine empirische Untersuchung, die danach fragt, welche Wirkungen in multimedialen Lernprogrammen für den Computer zum Gegenstandsbereich der Physik (Optik) Variablen der Textgestaltung (Textkohärenz, Text- Bild- Relation) haben und wie solche Programme in dieser Hinsicht mit Blick auf den Lerneffekt optimiert werden können.

Antje Leisner stellt eine Interventionsstudie zur Ausbildung und Entwicklung der Modellkompetenz bei Schülern im Zusammenhang mit einem Unterricht über Modelle vor.

Christian Pießnack und *Adelbert Schübel* berichten über eine Untersuchung zur orthografischen Kompetenz von Abiturientinnen und Abiturienten im Land Brandenburg, fragen danach, ob die Klagen über die ungenügenden Recht-

schreibleistungen der Schülerinnen und Schüler berechtigt sind und prüfen dabei auch Auswirkungen der jüngsten Rechtschreibreform.

Wolfram Meyerhöfer untersucht PISA-Testaufgaben und prüft diese auf ihre Textqualität, um von dieser Seite ein Schlaglicht auf die Schulleistungstests und ihren Aussagewert, hier bezogen auf einen bestimmten Bereich der mathematischen Kompetenz, zu werfen.

Hartmut Giest

Potsdam, 22. 12. 2004

Zentrum für Lehrerbildung der Universität Potsdam (ZfL)

Hartmut Giest

1. Warum Zentrum für Lehrerbildung?

Die Lehrerbildung an der Universität steht unter erheblichem Reformdruck (siehe Giest: „Fachdidaktik – Eine Standortbestimmung“ in diesem Band). Es sei an dieser Stelle nur auf einige wenige Punkte verwiesen:

Das Lehramtsstudium ist kein klassisches Studium (im Sinne der Fortsetzung der Allgemeinbildung unter dem Aspekt des Erwerbs von wissenschaftlicher Spezialbildung), sondern auf ein konkretes Berufsfeld gerichtet. Studierende der Lehramtsstudiengänge studieren nicht im klassischen Sinne, sondern sie wollen Lehrer werden, sie haben ein klares Berufsziel vor Augen und bewerten das Studienangebot, oft sehr kritisch, unter dieser Perspektive. Und diese Kritik ist sehr berechtigt, weil das Berufsfeld oft zu wenig Beachtung in den einzelnen Lehrveranstaltungen findet. Konkret: Ein Lehrer braucht kein aus Versatzstücken des Diplomstudiengangs zusammengesetztes, gewissermaßen verkürztes Studium seiner Fachwissenschaft, sondern ein anderes als der klassische Fachstudent (Diplomand, Magister, Master).

Lehrerbildung ist nicht an einer Fakultät angesiedelt (wie z.B. das Jurastudium oder die Ausbildung von Medizinern, für diese Studierenden gilt, dass auch sie ein relativ klares Berufsziel haben und eine professionsbezogene Ausbildung erfahren). Das Lehramtsstudium umfasst Studienbestandteile aus Fachwissenschaft, Erziehungswissenschaft, Sozialwissenschaft, Psychologie und diese werden oft an ganz verschiedenen Fakultäten angeboten. Das gilt auch für die Betreuung der berufsbezogenen Praktika. Dadurch entstehen Probleme:

1. Es bereitet Schwierigkeiten, das Studium optimal zu organisieren – Studienplanbau ist ein Puzzlespiel – eher eine Puzzlearbeit!
2. Es bereitet ferner große Schwierigkeiten, die Studienordnungen, das Lehrangebot zwischen allen an der Lehrerbildung an der Universität Beteiligten abzustimmen und mit Blick auf optimale Studienbedingungen zu koordinieren (z.B. Gewährleistung der Studierfähigkeit von verschiedensten Fächerkombinationen in der Regelstudienzeit u.a.).
3. Der Erwerb beruflicher Qualifikation erstreckt sich im Falle der Ausbildung des Lehrers über zwei – eigentlich über drei Phasen: Wissenschaftliches Studium an der Universität, Erwerb berufspraktischer Kompetenzen im Referendariat an den Studienseminaren, kontinuierliche berufsbegleitende Fort- und Weiterbildung zur Vertiefung und Erweiterung beruflicher Kompetenzen. Oft fehlt es aber an der Koordinierung, Abstimmung der Ausbildungsinhalte, so dass vieles mehrfach, manches gar nicht angeboten wird.
4. Dieser Weg der Ausbildung dauert in der Regel zu lange, die Output-Quote ist zu gering und die Ausbildung sehr zeitaufwändig und belastend (viele Praktika, das Studium unterschiedlichster Fächer, die nicht aufeinander Bezug nehmen und oft genug kaum einen deutlich erkennbaren Berufsfeldbezug aufweisen bzw. erkennen lassen).
5. Es gibt zwar kaum Untersuchungen zur Wirksamkeit der Lehrerbildung (Evaluation), dennoch sind einige Kritikpunkte offensichtlich: ein zu ineffizientes, praxisfernes und

zu lange dauerndes Studium, die fehlende Akzeptanz in den Universitäten, fehlende Kerncurricula, der zu geringe bzw. kaum vorhandene Berufsfeldbezug einerseits oder andererseits die Behinderung des Wissenstransfers durch einen falschen „Praxisbezug“, die Defizite bei der Fachdidaktik (Forschung) sowie ein defizitäres Lernverhalten bei Studierenden, Probleme bei der beruflichen Identität und ein zu geringer Forschungsbezug im Studium.

Man könnte die Liste der Probleme fast beliebig fortführen: Reform der Lehrerbildung ist überfällig. Die Gründung des Zentrums für Lehrerbildung an der Universität Potsdam am 13. Juni 2003 ist ein Reflex auf diesen Reformdruck.

2. Welche Aufgaben hat das Zentrum?

Das Zentrum für Lehrerbildung soll satzungsgemäß die Reform der Lehrerbildung an der Universität Potsdam vorantreiben. Schwerpunkte dieser Reformarbeit bilden

- *Koordinierungs-, Service- sowie Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (im Zusammenhang mit Unterricht, Lehrerbildung und Schulentwicklung),*
- *die Organisation des Verständigungsprozesses zur Fortentwicklung der Gesamtkonzeption der Lehrerbildung,*
- *die Erarbeitung von Rahmendaten für die Studien- und Praktikumsordnungen sowie*
- *die Mitwirkung bei der Erarbeitung von Kerncurricula sowie Studienordnungen (Lehramtsstudiengänge).*

Aus diesen satzungsgemäßen Aufgaben leiten sich folgende Hauptthemen der Arbeit ab:

- Zunächst ist die Analyse und Sicherung studienförderlicher Studienbedingungen zu nennen. Die entwickelten Studienordnungen müssen für Studierende studierbar sein - in der Regelstudienzeit! Hierzu gehören auch eine Analyse der Bedingungen, die zum Studienabbruch oder Universitätswechsel führen sowie die Studienberatung.
- Erforderlich sind ferner die Analyse der Professionsbezogenheit des Studiums und das Öffentlich-Machen der Probleme sowie das Führen eines Verständigungsprozesses mit den einzelnen Fächern darüber, wie diese zu lösen sind. Hierzu gehört auch die Abstimmung zwischen Fach - Fachdidaktik und Erziehungswissenschaft und die Entwicklung von Kerncurricula, die auf professionelle Entwicklung zielen.
- Der Erhalt, Ausbau und die Erhöhung der Qualität aller Praktika (Einheit von Theorie und Praxis) sind Bedingungen für die Anrechnungsfähigkeit auf den Vorbereitungsdienst. Daher besteht ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit darin, die Einheit von Praktikum und theoriebezogenen Lehrveranstaltungen als auch die Betreuung der Praktika zu garantieren und qualitativ hochwertig zu sichern.
- Schließlich geht es um das Entwickeln einer Kultur forschenden Studierens und die Förderung von Unterrichts-, Schul- und Professionsforschung.
- Da eine gute Lehrerbildung mit einer gut in Lehre und Forschung ausgebauten Fachdidaktik zusammenhängt, besteht ein wichtiges Betätigungsfeld des ZfL in der Verbesserung der Situation der Fachdidaktik an der Universität, wozu ein Entwicklungskonzept vom Rektorat einzufordern ist. Auf der Basis der Analysen zum Ist-Stand sollen Perspektiven der Fachdidaktik gesichert werden: Jedes Kernfach sollte langfristig mit einer Professur ausgestattet sein. Dies ist erforderlich, um fachdidaktische Lehre in Einheit mit fachdidak-

tischer Forschung gestalten, diesbezügliche Defizite abbauen und Nachwuchsprobleme angehen zu können.

Mit Blick auf die Studienreform und die Erfordernisse der Ausbildung einer großen Zahl von Lehrkräften (600-800 Neuimmatrikulationen pro Semester) sind eine Reihe von Aufgaben vorrangig zu bewältigen. Diese Aufgaben, für welche das Zentrum für Lehrerbildung eine besondere Verantwortung zu übernehmen hat, beziehen sich besonders auf:

1. die Unterstützung des Prozesses der Modularisierung der Studienordnungen,
2. die Qualifizierung der Theorie-Praxis-Beziehungen (Qualitative Weiterentwicklung der Praxisstudien in der im Potsdamer Modell vorgesehenen Weise, Verzahnung der 1. und 2. Phase der Lehrerbildung),
3. die Entwicklung und Nutzung der Möglichkeiten des E-Learning, die sich zumindest ansatzweise im Zusammenhang mit der Einführung des elektronischen Einschreibens und der Prüfungsverwaltung hard- und softwareseitig ergeben,
4. die Erweiterung der Zusammenarbeit von Universität und außerschulischen Bildungseinrichtungen im Rahmen einer Lern- und Forschungswerkstatt,
5. die Einrichtung einer Versuchsschule, die gleichzeitig Forschungsfeld und Möglichkeit praktischer Erprobung innovativer Unterrichtsentwicklung darstellt.

Die verbindende Klammer zur Lösung dieser Aufgaben stellt dabei das Bestreben dar,

- die Verknüpfung der verschiedenen Bestandteile des Studiums curricular und personell weiter voranzutreiben,
- gleichzeitig die Verzahnung der verschiedenen Ausbildungsphasen (Erstausbildung, Referendariat, Berufsphase) durch gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu fördern und
- dabei ein Forschungsfeld sowohl für schulnahe Unterrichts- und Schulentwicklungsforschung als auch für kontinuierliche Lehrerbildungsforschung systematisch zu bearbeiten.

3. Stand und Perspektiven der Arbeit des Zentrums

Die aktuelle Arbeit des Zentrums für Lehrerbildung der Universität Potsdam beruht auf den inhaltlichen Aufgabenstellungen

- a) *seiner Satzung*
- b) *der zwischen dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg und der Universität Potsdam abgeschlossenen Zielvereinbarung für die Jahre 2004 bis 2006 und*
- c) *der zwischen dem Rektor der Universität Potsdam und dem kommissarischen Leiter des Zentrums für Lehrerbildung abgeschlossenen Vereinbarung (Zielvereinbarung ZfL)*
- d) *des Lehrerbildungsgesetzes des Landes Brandenburg (besonders § 5a Erprobungsklausel).*

Zu a) Die Satzung sieht drei Aufgabenkomplexe für das ZfL vor: Ein erster Aufgabenkomplex bezieht sich auf die gemeinsame Gestaltung der Lehramtsstudiengänge durch alle an der Lehrerausbildung sowie Lehrerfort- und -weiterbildung Beteiligten. Explizit werden Aufgaben bei der Verständigung zur

Fortentwicklung des Potsdamer Modells der Lehrerbildung (Kommunikation), die Unterstützung der Entwicklung entsprechender Studien- und Praktikumsordnungen sowie der mit dem Reformprozess verbundenen Modularisierung des Studiums genannt. Das ZfL soll in einem zweiten Aufgabenkomplex Verantwortung tragen für die Koordinierung des Lehrangebotes, für klare Strukturen für Lehre und Studium sorgen und die Einhaltung der Strukturvorgaben überwachen sowie ein ausgewogenes Verhältnis aller Studienbestandteile sichern. Schließlich zählt zu den Koordinierungsaufgaben auch die Kooperation und Kommunikation mit allen im Land an der Lehrerbildung beteiligten Institutionen. Als dritter Aufgabenkomplex wird die Unterstützung von Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Schul-, Unterrichts- und Professionsforschung genannt, deren Profilierung eine bedeutende Voraussetzung für eine hohe Qualität der Lehre und des Studiums an der Universität darstellt.

Zu b) In der Zielvereinbarung (Universität - MWFK) werden mit direktem und indirektem Bezug zur Lehrerbildung explizit als Aufgaben der Universität genannt: die Sicherung der Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern aller Schulstufen, die Stärkung der Zusammenarbeit zwischen der Stadt Potsdam und Potsdamer Schulen, die Organisation von Forschungs- und Drittmittelaktivitäten sowie die Qualifizierung wissenschaftlichen Nachwuchses. Als Entwicklungsfelder und Ziele der Arbeit der Hochschule werden besonders die Einführung gestufter Studiengänge (Bologna-Prozess) verbunden mit der Modularisierung und der Einführung des Leistungspunktesystems betont. Explizit wird die Umwandlung der Lehramtsstudiengänge in Studiengänge mit den Abschlüssen Bachelor/Master gefordert. Als ein weiteres strategisches Ziel wird die Entwicklung des Kompetenzbereiches Lehrerbildung genannt, der durch eine integrative Gestaltung des Studiums von Fachwissenschaften, Fachdidaktiken, Erziehungswissenschaften und Praxisstudien die Ausbildung berufsfähiger und motivierter Lehrer in entsprechender Quantität und Qualität gewährleisten muss. Darunter findet sich dann auch das Teilziel des Aufbaus des Zentrums für Lehrerbildung als Kommunikations- und Serviceplattform für zentrale Fragen der Lehrerbildung und als Motor, welcher diesen Prozess antreiben soll.

Zu c) Die Zielvereinbarung (Rektor - ZfL) greift die oben genannten Aufgabenstellungen konkret auf und benennt drei klare Teilziele der Arbeit des Zentrums für Lehrerbildung: Die Erstellung von Ordnungen für gestufte Studiengänge und die Konsolidierung des Zentrums für Lehrerbildung für das Jahr 2004, die Entwicklung der Praxisstudien im Lehramtsstudium, welche als ein vorrangiges Prüfkriterium für die Verzahnung zwischen der ersten und zweiten Phase der Lehrerbildung zu werten und gleichzeitig hochbedeutsam sind für eine gute Berufsvorbereitung und ein professionsorientiertes Studium an der Universität. Als dritter Schwerpunkt der Arbeit vor allem für das Jahr 2006 wird das Wirksamwerden einer Struktur für die Beantragung und Realisierung gemeinsamer Forschungsvorhaben der Lehrerbildung (Drittmittelforschung) genannt.

Insgesamt wird aus diesem Bedingungsrahmen klar, dass die Aufgaben des Zentrums für Lehrerbildung für die Jahre 2004-2006 fest abgesteckt sind und

angesichts der Dimension dieser Aufgaben wenig Freiraum für davon abweichende Aufgabenstellungen bleibt.

Gleichzeitig wird aus den gestellten Aufgaben deutlich, dass sie im Kernbereich das Potsdamer Modell der Lehrerbildung betreffen und sich vor allem auf dessen Weiterentwicklung beziehen. Sehr viele davon können aber nur dann erfüllt werden, wenn ihre Realisierung ausgehend von einer sorgfältigen Analyse des erreichten Standes seiner Umsetzung angegangen wird. So wird denn auch in der Zielvereinbarung (ZfL - Universität) die Einrichtung entsprechender Arbeitsgruppen (z.B. zur Analyse der Studiensituation und insbesondere zur inhaltlichen und organisatorischen Absicherung der Praktika) gefordert. Gleichzeitig muss an dieser Stelle betont werden, dass die dem Zentrum gestellten Aufgaben im Vergleich zu seinen sich nach fast zwei Jahren Arbeit abzeichnenden geringen Einflussmöglichkeiten, vor allem mit Blick auf die Fakultäten und Fachinstitute der Universität, sehr umfangreich und anspruchsvoll sind. Bedingt durch die traditionellen universitären Strukturen wird die Lehrerbildung nicht immer in der erforderlichen Deutlichkeit als Aufgabenstellung in den Fakultäten und Fachinstituten wahrgenommen. Daher bedarf es durch Analysedaten begründeter und stichhaltiger Argumente und mit Daten und Fakten belegter Aussagen, um eine mit Blick auf die Reform der Lehrerbildung nötige Kooperations- und Kommunikationsbereitschaft in den Fakultäten zu erzeugen. Es geht hier nicht um vordergründige Kritik an den Fachinstituten und Fakultäten, sondern um die Tatsache, dass Lehrerbildung eine Aufgabe ist, die quer zu den Universitätsstrukturen zu erfüllen ist und von daher oft nicht in ihrem Ausmaß und in ihrer realen Problematik in den Fächern und Fakultäten wahrgenommen wird (werden kann).

Wie wichtig eine solche Arbeit ist, zeigt sich im Zusammenhang mit der Entwicklung der Fachdidaktiken. Hier ist vom Zentrum für Lehrerbildung eine Studie („Zur Situation der Fachdidaktiken an der Universität Potsdam“) vorgelegt worden, die eine wichtige Basis der Kommunikation mit dem Rektorat und den zuständigen Fachministerien bildete und in der Endkonsequenz dazu geführt hat, dass eine Reorganisation der Fachdidaktiken als Aufgabenstellung von der Universitätsleitung abgebildet und die Umsetzung in ersten wichtigen Schritten der Verhandlung mit den Fakultäten angegangen wurde. Als sich abzeichnendes Ergebnis kann mitgeteilt werden, dass die Fachdidaktik wieder in wahrnehmbarem Maße mit Professuren in den Naturwissenschaften und den Philologien ausgestattet sein wird.

Reform der Lehrerbildung an der Universität Potsdam - Maßnahmen zur Qualitätssicherung

Die Besonderheit der gegenwärtig sich vollziehenden Reformprozesse ist, dass diese im Wesentlichen politisch verordnet sind. Wir gehen jedoch von der Grundposition aus, dass Politik nur Rahmenbedingungen schaffen kann, Reformen aber vor allem aus den Institutionen, die sie betreffen, selbst entwickelt werden müssen. Die Universität Potsdam kann mit dem Potsdamer Modell der

Lehrerbildung auf ein durchaus positiv bewertetes Modell zurückgreifen, dessen Weiterentwicklung Kern der Reform der Lehrerbildung sein sollte. Ausgangspunkt der Reformbemühungen ist eine Bilanz dessen, was bislang bei der Umsetzung des Potsdamer Modells der Lehrerbildung erreicht, aber auch nicht erreicht wurde. Eine erste Bilanz ist im Antrag im Rahmen des Aktionsprogramms „Neue Wege in der Lehrerbildung“ (vgl. Lehrerbildung im Zentrum 2003) vorgenommen worden. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu konstatieren, dass es verabsäumt wurde, die Bemühungen um eine Implementierung des Potsdamer Modells der Lehrerbildung von Anfang an evaluativ zu begleiten. Dies soll bei den nun zu gehenden Reformschritten von Beginn an erfolgen. Daher muss ein Gesamtkonzept einer Evaluation entwickelt werden, in das sich konkrete im Zusammenhang mit einzelnen Reformaspekten durchgeführte Untersuchungen einordnen. Das ist um so dringlicher, als die angestrebten Reformschritte keineswegs aus einem geprüften Konzept heraus, sondern größtenteils durch faktisch ungelöste Probleme der Lehrerbildung, für die es keine Patentlösungen gibt, und durch politischen Willen bestimmt sind.

Den gewissermaßen äußeren Rahmen für die Evaluation bilden die Hauptrichtungen, Ziele und Anforderungen der Reform der Lehrerbildung eingeordnet in den Bologna-Prozess. Die innere Rahmung erfolgt durch die Weiterentwicklung des Potsdamer Modells der Lehrerbildung, aus welchem die Lehrerbildung an der Universität ihre Programmatik bezieht. Daher treffen politischer Wille (Bologna-Prozess, Reform der Lehrerbildung) und innere Überzeugung (Notwendigkeit der Weiterentwicklung und vor allem Umsetzung des Potsdamer Modells der Lehrerbildung) produktiv zusammen. Als Kernaufgaben der Reform der Lehrerbildung wurden aus den genannten äußeren und inneren Bedingungen heraus bestimmt:

- die Umstellung auf BA/ MA - Studiengänge (Modularisierung)
- die Erhöhung der Berufsvorbereitung und Professionsorientierung (Einheit von Theorie und Praxis beruflichen Handelns)
- die Verzahnung von erster und zweiter Phase der Lehrerbildung (Praxissemester)
- die Verkürzung des Studiums durch effektive Studienstrukturen (Regelstudienzeit).

Dies sind jene Kernaufgaben, die vorrangig zu lösen sind. Auf diese Kernaufgaben sollte sich die Evaluation beziehen, welche den Prozess ihrer Umsetzung begleitet. Aber es geht nicht nur um die evaluative Begleitung dieser Reformprozesse, sondern um die Entfaltung und Verstetigung einer Evaluationskultur, die es möglich macht, im Prozess der Reform die in ihrem Rahmen vorgenommenen Veränderungen im Hinblick auf ihre Zweckmäßigkeit und Wirksamkeit zu bewerten und hieraus weitere Reformschritte abzuleiten bzw. auch Korrekturen und Richtungsänderungen vorzunehmen.

In diesem Sinne sind folgende konkrete Aufgaben in der zurückliegenden Zeit in Angriff genommen bzw. auch bereits gelöst worden:

- Erfassung und Prüfung des modularisierten Studienangebotes, Erstellung von Musterstudienplänen für alle Lehrämter und Überprüfung der Studierbarkeit; Ableitung von struktu-

rellen und organisatorischen Vorschlägen und Maßnahmen zur Verbesserung der Studienmöglichkeit und Erhöhung der Koordination der Studienangebote auf dem Hintergrund der Intentionen des Potsdamer Modells der Lehrerbildung,

- Prüfung der Übersichtlichkeit und des Orientierungswertes der Studienordnungen für Studierende sowie der Logik und Systematik der Module mit Blick auf die Professionsorientierung des Studiums (Praktika als studienleitende Orientierungen, als roter Faden für den Erwerb professioneller Kompetenz, Systematik im Studium – z.B. Fortschreiten von Überblicks- zum Spezialwissen, fachdidaktische Grundlegung des Tagespraktikums, Professionsorientierung schon im Grundstudium bzw. in der BA-Phase [u.a. Einsetzen der Fachdidaktik nicht erst im HS bzw. in der MA-Phase, Sicherung eines für alle Lehrämter (unabhängig vom Umfang an SWS) gleichen Anteils an Fachdidaktik, Sicherung eines wenigstens analogen Verhältnisses zwischen Fach und Fachdidaktik bezüglich der SWS und Leistungspunkte (d.h. mindestens leistungspunktmäßige Gleichbehandlung der Fachdidaktik) u.a.],
- Veröffentlichung der Analysen im Internet,
- Vertiefung der Theorie-Praxis-Beziehungen u.a. durch Erfassung von weiteren potenziellen Praktikumschulen und Entwicklung einer Schulkontaktbörse (Angebote für Praktikumsplätze und -aktivitäten),
- Erfassung von Staatsexamensarbeiten, Hausarbeiten und schriftlichen Belegarbeiten, die im Rahmen der Lehramtsstudiengänge erstellt wurden, für die Nutzung von Forschung und Lehre,
- Erstellen von Datenbanken über schul- und unterrichts- bzw. professionsbezogene Forschungsfelder,
- Unterstützung von Publikationsaktivitäten (Reihe LLF- Berichte, Kentron, Internetpräsentation der Zentrumsarbeit und Organisation elektronischer Diskussionsforen),
- Organisation und Betreuung von Veranstaltungen
 - zu aktuellen Problemstellungen der Lehrerbildung,
 - zu relevanten Forschungsthemen mit Bezug auf die Arbeitsschwerpunkte des Zentrums für Lehrerbildung,
 - zur Entwicklung einer Kultur des Erfahrungsaustausches und der studentischen Mitarbeit bei der Lösung von Fragen der Studienorganisation und der Weiterentwicklung bzw. Verbesserung der Studienbedingungen,
 - zur Einwicklung einer Kultur des Erfahrungsaustausches zwischen Studierenden, Referendaren und Absolventen mit dem Ziel der Optimierung der Ausbildung und als Bestandteil der Evaluation der zweiten und ersten Phase der Lehrerbildung,
 - zur Entwicklung einer Kultur der Arbeit mit Absolventen der Universität mit Blick auf die Vertiefung der Theorie-Praxis-Beziehungen und insbesondere zur Gewinnung von wissenschaftlichem Nachwuchs in den Fachdidaktiken.

Mit den Fragen, wie diese Aufgaben gelöst und welche Kooperationsstrukturen dazu geschaffen werden, beschäftigen sich entsprechende aufgabenorientiert gegründete Arbeitsgruppen des Zentrums:

- Die *Arbeitsgruppe Modularisierung und Kerncurricula* mit dem Ziel, den Prozess der Erarbeitung und Implementierung der neuen Bachelor-/ Master-Studienordnungen zu unterstützen, die Studienorganisation zu verbessern und eine Abstimmung der Studieninhalte zwischen den Fachdidaktiken, Fachwissenschaften und Erziehungswissenschaften zu unterstützen;
- die *Arbeitsgruppe Fachdidaktik*, um den in den Fächern „vereinzelt“ agierenden Lehrerbildnern eine gemeinsame Plattform ihrer Arbeit zu bieten, die Mentoren- und hochschuldidaktische Fortbildung zu konzipieren und durchzuführen;

- die *Arbeitsgruppe Theorie-Praxis-Beziehungen* mit dem Ziel, die 2. Phase der Lehrerbildung zu evaluieren (entsprechend einem Auftrag des MBS), die schulpraktischen Studien als integrierendes und studienleitendes Element auszubauen und Modelle der Verzahnung zwischen erster und zweiter Phase der Lehrerbildung zu entwickeln und zunächst punktuell zu erproben,
- die *Arbeitsgruppe Neue Medien und E-Learning* mit dem Ziel, einerseits Studierende systematisch und flächendeckend mit Problemen, Möglichkeiten und Grenzen des Lernens und Arbeitens mit neuen Medien vertraut zu machen und andererseits, die durch neue Medien gegebenen Möglichkeiten zu nutzen, um zur Studienreform beizutragen (hier besonders Effektivierung des Studiums, Individualisierung des Lernens, selbstreguliertes Lernen, Einbindung in internationale Kommunikation und Kooperation, Nutzung von Formen des E-Learning zur Intensivierung der Betreuung der Praktika u.a.)
- die *Arbeitsgruppe Versuchsschule, Forschungswerkstatt* mit dem Ziel, interdisziplinäre Schul-, Unterrichts- und Professionsforschung zu befördern sowie
- die *Arbeitsgruppe Beratung* mit dem Ziel, die Studienberatung zu koordinieren und Studienbedingungen mit Blick auf die Lehramtstudiengänge zu optimieren sowie das Beratungsangebot für Praxisstudien möglichst nutzerfreundlich zu gestalten.

Zusammengefasst: Der Stand der Arbeit des ZfL ist Beginn der Mitwirkung an einer umfangreichen und weitgreifenden Reform der Lehrerbildung, die Perspektiven sind aufreibende und hartnäckige Arbeit gegen Tendenzen der Reformunfähigkeit der Lehrerbildung an der Hochschule. Insofern stehen das Direktorium des ZfL aber auch die Arbeitsgremien vor schwierigen Aufgaben.

4. Literatur

Lehrerbildung im Zentrum (LiZ) (2003): Zur Weiterentwicklung des „Potsdamer Modells der Lehrerbildung“. Potsdam: Universität Potsdam (unveröffentlichtes Manuskript).

Fachdidaktik – Eine Standortbestimmung

Hartmut Giest

1. Anliegen

Das Theorie-Praxis-Problem steht im Zentrum der Reform der Lehrerbildung. Bei der Lösung dieses Problems und damit mit Blick auf die Reform der Lehrerbildung kommt der Fachdidaktik eine Schlüsselstellung zu. Ob sie diese einnehmen kann, hängt von ihrer Stellung innerhalb der Universität ab. Reform der Lehrerbildung bedeutet aus dieser Position heraus Stärkung der Fachdidaktik. Eine Stärkung der Fachdidaktik hängt wesentlich mit der Wahrnehmung ihrer Spezifik und Dignität als Wissenschaftsdisziplin innerhalb der Universität zusammen.

Im Folgenden soll das Selbstverständnis der Fachdidaktik als Schnittstelle zwischen Fach- und Erziehungswissenschaft thematisiert werden.¹ Wesentliche Argumente zur Beschreibung des Disziplincharakters und eigenständigen Forschungsgegenstandes der Fachdidaktik werden aus der modernen Kognitionsforschung bzw. Lehr-Lern-Forschung gewonnen, die vor allem die Domänenspezifität und die Kontextualität der kognitiven Entwicklung und die Bedeutung des domänenspezifischen Lernens unterstreichen. Aus dieser Perspektive heraus werden fachdidaktische Lehre und Forschung zu einem unverzichtbaren, durch nichts zu ersetzenden Bestandteil der Lehrerbildung innerhalb der Universität.

2. Zur Außenwahrnehmung der Fachdidaktik in der Lehrerbildung

Reform der Lehrerbildung ist ein Dauerbrenner – sicher mit gutem Recht. Seit die HRK im Mai 1995 in ihrem Positionspapier Leitlinien zur Reform der Lehrerbildung formulierte, sind fast 10 Jahre der heftigen Diskussion über Lehrerbildung ins Land gegangen. Unzählige Kommissionen haben in nahezu allen Bundesländern ihren Beitrag geleistet, unzählige Tagungen sind abgehalten worden. Die Ergebnisse der PISA-Studien haben weiteres Öl in das Feuer der Diskussion geschüttet. Hinzu kamen Bologna und desaströs knappe Kassen in den öffentlichen Haushalten.

Hauptangriffspunkt boten seit langem sattsam bekannte Probleme im Verhältnis von Theorie und Praxis, zu deren „Lösung“ immer wieder der Rückschritt in eine außeruniversitäre Lehrerbildung (zumindest für Lehrämter für Grund- und Hauptschulen) diskutiert wurde. Als eine wesentliche Ursache sowohl für die genannten Probleme als auch für die diskutierte „Lösung“ ist eine dominante Ausrichtung der Lehramtsstudiengänge an der traditionell an der Universität angesiedelten Ausbildung für das Lehramt an Gymnasien anzusehen. Dazu heißt

¹ Die hier ins Feld geführten Argumente haben im Zusammenhang mit der Analyse der Situation der Fachdidaktiken an der Universität Potsdam wesentlich dazu beigetragen, einen Prozess des Abbaus von Strukturstellen in den Fakultäten umzukehren und eine Reorganisation der Fachdidaktiken anzustoßen.

es zutreffend in der von der Strukturkommission Lehrerbildung (1992) vorgelegten Denkschrift zum Potsdamer Modell der Lehrerbildung (S. 26): „Die Eingliederung aller Lehramtsstudiengänge in die Universität in den alten Bundesländern hat dazu geführt, dass die fachwissenschaftlich orientierte Lehrerbildung der Gymnasiallehrer zum favorisierten Grundmodell der Lehrerbildung für die Ausbildung in allen Lehrämtern (...) wurde.“

Auf diesem Hintergrund sind Forderungen nach einer stärkeren Berücksichtigung der Schulpraxis in der universitären Lehre zu verstehen. Unverständlich ist jedoch, dass nicht von der Einheit von Theorie und Praxis ausgegangen, sondern die Erhöhung des Praxisbezuges mit dem Abbau des Theorieanspruches (insbesondere in den Fachdidaktiken) verknüpft wurde. So wurde mit Blick auf die stärkere Rückbindung der Fachdidaktik an die Schulpraxis im Positionspapier der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) zu Abitur - Allgemeiner Hochschulreife/ Studierfähigkeit (vom Mai 1995) vorgeschlagen, fachdidaktische Professuren zu Gunsten des Einsatzes qualifizierter (d.h. promovierter) Schulpraktiker zu streichen und den Einsatz dieser Praktiker zeitlich zu befristen.² Als Reaktion auf diesen Vorschlag wurde die Konferenz der Vorsitzenden Fachdidaktischer Fachgesellschaften (KVFF) gegründet und in der Folge die Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD). Obwohl der Senat der HRK sich vom genannten Positionspapier relativ bald distanzierte, wurde der o.g. Vorschlag offenbar dankbar und unverzüglich in den Hochschulleitungen und Fakultäten vernommen und teilweise umgesetzt - auch an der Universität Potsdam.

Obwohl das Potsdamer Modell bereits 1992 auf die dringlich zu lösenden Probleme der Lehrerbildung verwies und entsprechende Maßnahmen zur Problemlösung vorschlug, hat sich dieses Modell in der Praxis der Lehrerbildung, jedenfalls nicht in wesentlichen Dimensionen (z.B. der Kooperation von Fach, Fachdidaktik und Erziehungswissenschaften mit Blick auf die Lehrerbildung) durchsetzen können. Vor allem hat es die Strukturkommission verabsäumt, zu den fachdidaktischen Anteilen im Lehramtsstudium konkret Stellung zu nehmen (vgl. Potsdamer Modell 1992, S. 24).

Den Kernpunkt der Kritik an der Lehrerbildung bildet das Theorie-Praxis-Problem. Weitere damit zusammenhängende Kritikpunkte sind: ein zu ineffizient, praxisfern und zu lange dauerndes Studium, die fehlende Akzeptanz in den Universitäten, fehlende Kerncurricula, der zu geringe bzw. kaum vorhandene Berufsfeldbezug einerseits oder andererseits die Behinderung des Wissenstransfers durch einen falschen „Praxisbezug“, die Defizite bei der Fachdidaktik (Forschung) sowie ein defizitäres Lernverhalten bei Studierenden, Probleme bei der beruflichen Identität und ein zu geringer Forschungsbezug im Studium (KVFF 1998). Hinzu kommen die ungenügende Abstimmung zwischen der 1.

² „...dass die Fachdidaktiken nicht durch Professuren auf Lebenszeit vertreten werden, sondern wissenschaftlich qualifizierte, d.h. promovierte, Schulpraktiker nach Ausschreibung und Auswahl durch die Hochschulen für Lehre und Forschung in der Fachdidaktik zeitlich befristet in die Hochschule wechseln“ (KVFF 2002, S.13).

und 2. Phase bzw. die fehlende bzw. weitgehend ausstehende Evaluation der Lehramtsstudiengänge.

Nun ist das Theorie-Praxis-Problem keine Besonderheit der Lehrerbildung, sondern gilt mindestens in gleicher Weise für andere akademische Berufsfelder, z.B. die Medizin (Oelkers 1996, 2000; Sandfuchs 2000).

Dennoch scheint es ein besonderes Problem um die Berufswissenschaften der Lehrer im Spannungsverhältnis zwischen Theorie und Praxis beruflichen Handelns zu geben. Das zeigt sich u.a. sehr deutlich am Beispiel der Vermittlungswissenschaften. V. Olberg (2004) macht beispielsweise in der aktuellen didaktischen Literatur eine Stagnation um bildungstheoretische, lerntheoretische und handlungsorientierte Konzepte der Analyse und Planung von Unterricht aus und vermerkt, dass auch die konstruktivistische und evolutionäre Didaktik an dieser Stelle z.Z. nicht wirklich weiter führen (vgl. auch Lüders 2004). Mit Blick auf vermeintliche oder reale Defizite einer vermittlungswissenschaftlichen Fundierung des Studiums werden „Fachdidaktik als Element der fachwissenschaftlichen Ausbildung“ und „Allgemeine Didaktik als Element des erziehungswissenschaftlichen Studiums“³ und als diesbezüglich defizitär gekennzeichnet. Gleichzeitig wird, sicher mit guter Berechtigung, eine „Fremdheit“ bzw. ein „organisiertes Nicht-zur-Kennntnis-Nehmen“ zwischen Allgemeiner Didaktik (als Teildisziplin der Erziehungswissenschaft) und der Lehr-Lern-Forschung festgestellt (vgl. auch Terhart 2002). Über das Verhältnis von Fachdidaktik zur Erziehungswissenschaft und zur Lehr-Lern-Forschung wird nichts ausgesagt, obwohl, auch im Hinblick auf das Problem der Vermittlungswissenschaft(en), hier Klarheit geschaffen werden muss, um den Stellenwert und die Dignität der Fachdidaktik als Wissenschaftsdisziplin klar erkennen und umreißen zu können.

Es ist mitunter auch nicht ganz einfach und selbstverständlich, in einschlägigen Handbüchern zur Pädagogik das Schlagwort Fachdidaktik zu finden. Dennoch dürfte die Beteiligung der Fachdidaktik im Orchester der an der Lehrerbildung Mitspielenden unumstritten sein. Der Streit beginnt in der Regel dann, wenn zu entscheiden ist, welche Rolle und welcher Platz der Fachdidaktik im Orchester zugewiesen wird, offenbar eher der der Ausbildung, während Studien wohl nur in den Erziehungswissenschaften möglich sind. Auch hier schimmert mehr oder weniger deutlich ein Denken hervor, das dem des Positionspapiers der HRK nicht gänzlich unähnlich zu sein scheint.

Betrachtet man die Diskussion um die Perspektiven der Lehrerbildung (Terhart 2000, 2001, 2002, 2003; Oelkers 2000, 2001, 2003; Oser 2002, Wissenschaftsrat 2001, Beiheft 43 der Zeitschrift für Pädagogik, Bildungskommission 2003 u.a.) und insbesondere den um Standards in der Lehrerbildung geführten Diskurs, so zeigt sich, dass in allen Vorschlägen Standards für fachdidaktische Studien explizit ausgewiesen sind. So weist Ewald Terhart (2003, S. 15) die folgenden 10 Standards aus:

³ Man bemerke den feinen Unterschied: „fachdidaktische Ausbildung“ vs. „erziehungswissenschaftliches Studium“!

1. Verhältnis zwischen wissenschaftlicher Disziplin und Unterrichtsfach
2. Legitimation und Bedeutung des Faches als Schulfach
3. Geschichte des Schulfaches
4. Aufbau und Inhaltlichkeit des fachspezifischen Lehrplans
5. Fachdidaktische Konzeptionen und fachdidaktische Lehr-Lern-Forschung
6. Schulbücher/Unterrichtsmaterial im Fach
7. Lernen und Lernschwierigkeiten von Schülern in diesem Fach
8. Leistungsbeurteilung und Lernförderung im Fach
9. Methodische Formen/Lehr-Lern-Formen in diesem Fach
10. Verknüpfung des Faches mit anderen Fächern.

Fritz Oser (2002) kommt auf 20 Standards und Jürgen Oelkers, der verschiedene Ansätze zur Standardisierung vergleicht, um daraus Konsequenzen für die Modularisierung des Studiums in der Lehrerbildung abzuleiten, fasst unter Berufung auf den Unterricht, die Inhalte des Unterrichts, die Organisation der Schule und das politische oder gesellschaftliche Umfeld und konstruiert ein gewichtiges Modul „Unterrichten“. Dennoch ist wohl Terhart (2003, S. 16) zuzustimmen, wenn er mit Blick auf die nationale wie internationale Lehrerbildung formuliert: „Die Fachdidaktiken sind alles in allem eher an den Fächern angesiedelt, haben aber Verknüpfungen vor allem mit den Bildungswissenschaften zu leisten. Ihr Status ist insgesamt eher unsicher; die Lehrerbildungsdiskussion der letzten Jahre hat jedoch immer wieder auf den besonders wichtigen Stellenwert der Fachdidaktik hingewiesen.“

An dieser Stelle könnte so mancher Fachdidaktiker fragen, warum Fachdidaktik nicht als spezifische Bildungswissenschaft betrachtet, sondern von dieser abgesetzt wird? Mehr noch, es könnte mit Berechtigung darauf verwiesen werden, dass der Fachdidaktik die Funktion der Vermittlungs- und Integrationswissenschaft zukommt (Wissenschaftsrat 2001, Kattmann 2003 a). Nicht nur mit Blick auf das Lernen (in der Schule), sondern auch im Hinblick auf das Studieren eines Faches sollte Fachdidaktik aussagefähig sein und zur Erhöhung der Qualität fachspezifischer Lehre beitragen können.

Leider findet die Diskussion um die Lehrerbildung häufig ohne die Fachdidaktik statt. Andererseits ist weder zu übersehen, noch zu überhören, dass auch unter dem Eindruck der internationalen Schulleistungsstudien Defizite fachdidaktischer Lernforschung deutlich beklagt werden (Bildungskommission 2003). Jürgen Baumert (2002) kritisiert die Fachdidaktik mit Blick auf das Fehlen von Forschung zu Lern- und Lehr-Prozessen und kennzeichnet dies als symptomatisch für Lehrerbildung. Die Forderung nach Forcierung der Fachdidaktiken ist kennzeichnend für nicht nur deutsche Reformliteratur (Wieser 2001).

Dennoch sollte unterstrichen werden, dass in allen genannten Papieren Fachdidaktik (explizit oder implizit ausgedrückt) im Zusammenhang mit einer modernen Lehrerbildung für unverzichtbar gehalten wird. Dies ist auch explizit die Position der Mütter und Väter des Potsdamer Modells der Lehrerbildung, um so

verwunderlicher ist die bezüglich der Fachdidaktik gezeigte Abstinenz (das betrifft im Übrigen auch die Zusammensetzung der Strukturkommission).

Dennoch sollte unterstrichen werden, dass in allen genannten Papieren, Insonderheit auch im Potsdamer Modell 1992, Fachdidaktik (explizit oder implizit ausgedrückt) im Zusammenhang mit einer modernen Lehrerbildung für unverzichtbar gehalten wird.

Die KMK Kommission zur Reform der Lehrerbildung (1999) betrachtet das Lehren als zentrale Aufgabe einer Lehrkraft. Lehrkräfte sind Experten für Lehren und Lernen (Terhart 2000). Unterricht macht das Zentrum von Schule aus. Beck, Horstkemper & Schratz (2001) bezeichnen die Fähigkeit zur Organisation von Lehren und Lernen als zentrale Kompetenz von Lehrerinnen und Lehrern, die sich als Experten für Lernen und Lehren verstehen sollten. Zum Erwerb dieser Expertise werden neben der Ausprägung fachwissenschaftlicher und pädagogischer auch fachdidaktische Kompetenzen für erforderlich gehalten. Die Bildungskommission (2003, S. 255) führt dazu aus: „Eine Lehrkraft muss die schulische Lernfähigkeit junger Menschen aufbauen und sichern, individuelle Lernwege für sie entwickeln, ihre Persönlichkeitsbildung fördern, sie beraten, mit den an Schule Beteiligten kooperieren, die pädagogische Arbeit evaluieren und die eigene Arbeit wissenschaftlich wie normativ evaluieren.“

Andererseits wird scheinbar, betrachtet man die Literatur, der Eindruck erhärtet, dass aus Sicht der Erziehungswissenschaften Fachdidaktik in der Tat nicht explizit zu den Bildungswissenschaften gezählt wird. Zwar sind die Aufgabenstellungen, die Fachdidaktiker und Erziehungswissenschaftler für sich mit Blick auf die Lehrerbildung ausmachen, höchst identisch (Lehren und Lernen, Unterricht – Theorie, Konzepte, Praxis-Gestaltung, Diagnostik, Begleitung von Lernen als Mittelpunkt professionellen Handelns – vgl. Schlömerkemper 2004), allerdings bleibt (mit Ausnahme einer Klammerbemerkung „auch mit Bezug zu den Fachdidaktiken“) völlig offen, wie das Verhältnis zwischen Fachdidaktik und Erziehungswissenschaft gestaltet werden soll. Mitunter entsteht der Eindruck, dass Fachdidaktik, in den Fächern verortet, als Appendix des Faches und nicht als Schnittpunkt der Berufswissenschaften wahrgenommen wird. Fachdidaktik sitzt zwischen allen Stühlen, weit entfernt von der Position, im Zentrum der Lehrerbildung zu stehen (vgl. Kattmann 2003b). Denn auch aus Sicht der Fächer wird Fachdidaktik eher als Appendix der Erziehungswissenschaft, denn als eigenständige Disziplin betrachtet.

Da es weder eine direkte praxisverändernde Wirkung der Theorie⁴, noch eine direkt theorieerzeugende Praxis gibt, wird die Transformation zwischen Praxis (praktischer pädagogischer Arbeit) und Theoriebildung/ Forschung (wissenschaftlicher pädagogischer Arbeit) zu einer eigenständigen wissenschaftlichen Aufgabe. Fachdidaktik hat sich der Aufgabe zu stellen, als wissenschaftliche

⁴ "After 100 years of systematic research in the fields of education and educational psychology, there is, in the early 1990s, still no agreement about whether, how, and under which conditions research can improve educational practice" (Weinert and de Corte 1996, S. 43).

Schnittstelle von Fach und Erziehungswissenschaft auch die Einheit von Theorie und Praxis des Lernens und Lehrens im (Fach-)Unterricht konkret zu erzeugen, herzustellen. Wenn sie diese ihre Aufgabe erfüllen soll, muss Fachdidaktik Lehren und Lernen, Unterricht und Lehrerhandeln in ihm bzw. mit Blick auf die berufswissenschaftliche Orientierung Fach und Erziehungswissenschaft wie in einem Brennpunkt fokussieren. Damit bildet sie auch die Schnittstelle zwischen Unterrichtspraxis und Unterrichtstheorie. Konkrete Unterrichtsforschung sollte daher konsequenterweise im Team von Praktikern, Fachdidaktikern, Sozial- und Erziehungswissenschaftlern (darunter Lern-Lehr- bzw. Bildungsforscher, Psychologen u.a.) betrieben werden.

Von daher müsste Fachdidaktik stets im Mittelpunkt der Anfragen der Erziehungswissenschaften stehen, wenn es um konkrete, auf Schule und Unterricht bezogene Forschungsfragen und Forschungsanträge geht. Gleiches gilt für die Fachwissenschaft, wenn es um Lehre und Studium geht. Die Realität sieht anders aus: Die traditionelle Orientierung in den Universitäten auf Grundlagenforschung (siehe auch DFG-Förderungspraxis) sowie auf Studium (vs. Berufsausbildung), das Verhältnis zwischen Fach, Erziehungswissenschaften und Fachdidaktik, die mythenhaften Vorstellungen von der Kraft des Transfers allgemeinen erziehungswissenschaftlichen und fachlichen Wissens auf praktisches unterrichtliches Handeln (wovon allerdings auch Fachdidaktik nicht frei ist), die Wahrnehmung schulischen Alltages („veränderte Kindheit“, Disziplin, Gewalt, überforderte oder interessenlose Familien, Probleme im Zeitmanagement und in der Psychohygiene im Lehrerberuf) lassen fachdidaktische Anforderungen, d.h. Anforderungen konkreten Unterrichtens mitunter in den Hintergrund treten. Dennoch sei angemerkt, dass Lehrer und Referendare sich am ehesten an ihre Fachdidaktikausbildung erinnern, wenn es darum geht, Ausbildung auf dem Hintergrund beruflicher Anforderungen zu bewerten (Hartmann-Kurz, Donetskaja & Becker 2001).

3. Zum fachdidaktischen Selbstverständnis

Zunächst dürfte Konsens darüber bestehen, dass Fachdidaktik als die (je nach Voreingenommenheit) Wissenschaft oder Lehre vom fachspezifischen Lernen und Lehren innerhalb und außerhalb von Schule zu verstehen ist. Einbegriffen ist in diesem Verständnis eine Schwerpunktsetzung auf das Lehren und Lernen im Unterricht.

Eine fachdidaktische Ausbildung hat sich daher auf das Lehren und Lernen im fachspezifischen bzw. auch fächerübergreifenden Unterricht zu beziehen. Dass in diesem Zusammenhang solide Voraussetzungen in der mit dem Schulfach korrespondierenden Fachdisziplin erforderlich sind, steht außerhalb jeden Zweifels (ggf. mit Ausnahme des Lehramtes für die Primarstufe, für welches mitunter die alte, reale Anforderung an die Profession verkennende Auffassung anzutreffen ist: „Viel Wissen ist nichts Wert, für den, der’s ABC nur lehrt“).

Auch außerhalb jeden Zweifels dürfte die Notwendigkeit einer soliden erziehungswissenschaftlichen Ausbildung stehen. Dennoch ist auf den Unterschied

zwischen Fachdisziplin und Schulfach als auch besonders auf den zwischen dem Schulfach und dem Unterrichten im Schulfach aufmerksam zu machen. Das Studium eines Schulfaches ist Bestandteil der Fachdidaktik – aber nicht ihr gesamter, nicht einmal ihr wesentlichster Inhalt. Ein Schulfach definiert eine sächliche und zeitliche Systematik des fachbezogenen und fächerübergreifenden Lernens und ist nicht und kann auch nicht organisiert sein an dem Strukturentwurf einer akademischen Bezugsdisziplin, sondern ausschließlich am Bildungsprozess. „In der Handhabung der Differenz von Schulfach und Fachwissenschaft sowie Alltagswissen der Schülerinnen und Schüler und zu vermittelndem Bildungswissen erweist sich die zentrale professionelle Leistung von Lehrenden“ (Bildungskommission 2003, S. 90).

Aus der Sicht auf lebenslanges Lernen besteht das vorrangige Ziel von Unterricht darin, „die motivationalen und methodischen Grundlagen für Lernprozesse zu schaffen und Jugendliche beim Erwerb von kognitiven, emotionalen und sozialen Kompetenzen in unterschiedlichen Bereichen und Sachgebieten (Hervorhebung H.G.) zu unterstützen. Kompetenzen werden nicht unabhängig von Inhalten und vom Wissenserwerb ausgebildet, aber der didaktische Umgang mit Inhalten muss darauf konzentriert werden, dass Jugendliche Gegenstände selbstständig bearbeiten und Lösungen von Problemen finden können“ (Bildungskommission 2003, S. 90). Wenn es also darum geht, Fachdidaktik in ihrer Differenz von Fach und Fachwissenschaft abzuheben, um dann die Beziehungen zwischen den Bezugswissenschaften besser gestalten zu können, dann ist es erforderlich, auf die Besonderheiten des domänenspezifischen Lernens hinzuweisen. Wenn oben vor allem die geringe Forschungsintensität der Fachdidaktik beklagt wird, dann ergeben sich auf der Grundlage der Erkenntnisse moderner Lehr-Lern-Forschung, der kognitiven Psychologie, der Lern- und Entwicklungspsychologie, weniger allerdings der Allgemeinen Didaktik (siehe oben) Ansatzpunkte, das Selbstverständnis der Fachdidaktik sowie ihre Dignität, aber auch ihre Produktivität in Forschung bzw. Theoriebildung zu stärken. Diese Stärkung kann sie durch Anwendung moderner kognitionswissenschaftlicher Forschungsergebnisse, Ansätze und Methoden erfahren, die maßgeblich zur Entwicklung und Entfaltung einer modernen empirischen Bildungsforschung und hierin eingeordnet der Lehr-Lern-Forschung beigetragen haben.

Welche modernen Erkenntnisse der Kognitionswissenschaften sind in diesem Zusammenhang zu betonen?

Die kognitive Entwicklung erfolgt vor allem domänenspezifisch und kontextuiert. Kontextuierung der Kognition darf nicht mit dem Begriff der Situierung identifiziert werden⁵. Die Aneignung einer bestimmten Domäne bedarf eines

⁵ Auf der Folie des „situated learning“ wird die Bedeutung des Lernens im Anwendungskontext betont, um träges Wissen zu verhindern. Da aus Sicht der „conceptual change“ Forschung es eher unwahrscheinlich ist, einen bruchlosen Übergang vom Alltags- zum wissenschaftlichen Wissen anzunehmen, würde sich als Folgerung ergeben, nur noch im Alltagskontext zu lernen, was jedenfalls für schulische Bildung nicht angemessen erscheint. Mitunter wird das situierte Lernen auch dem systematischen Lernen gegenüber gestellt, wobei

bestimmten domänenspezifischen Kontexts. Lernprozesse sind, wenigstens mit Blick auf menschliches Lernen (kognitives, einsichtiges, bewusstes, intentionales Lernen) als Konstruktionsprozesse aufzufassen, bei denen basierend auf neuronalen Grundlagen, abhängig von den kognitiven (deklaratives und prozedurales Wissen) sowie emotional-volitiven und motivationalen Voraussetzungen, kognitive Strukturen so aufgebaut werden, dass sie geeignet sind, das Verhältnis der Lernenden zu der sie umgebenden Umwelt zu orientieren und zu regulieren. Von herausragender Bedeutung für die interne Konstruktionsleistung sind die Vorkenntnisse sowie motivationale Komponenten (z.B. intrinsische Motivationslagen). Interne Konstruktionen laufen effektiv beim selbständigen, eigenregulierten Lernen ab, dessen Kennzeichen die Eigenregulation mit Blick auf Lernen ineinandergreifender kognitiver, motivationaler, emotionaler und volitiver Prozesse ist. „Der kumulative Verlauf des Lernens innerhalb eines Wissensbereiches wird unmittelbar durch die Qualität des Vorwissens bestimmt. Umfang, Organisation, mentale Repräsentation und Abrufbarkeit machen die Qualität des Wissensbestandes aus“ (Bildungskommission 2003, S. 88). Wesentlich für das Entstehen eigenregulierten Lernens ist die Möglichkeit, subjektiv bedeutsam und damit sinnvoll zu lernen. Dadurch wird maßgeblich Selbsttätigkeit im Verständnis der Klassiker der Pädagogik (Diesterweg, Harnisch, Pestalozzi, v. Humboldt u.a.) angestoßen. Sinn entsteht in für das lernende Individuum bedeutungs- bzw. sinnvollen Situationen, d.h. in jenen Situationen, in denen das Individuum seine (Lern-)Bedürfnisse befriedigen kann. Da diese Bedürfnisse gegenständlich, d.h. auf konkrete Gegenstände des Handelns oder der Tätigkeit gerichtet sind, ist auch hier eine große Domänenspezifität gegeben. Da menschliches Lernen, wie auch andere menschliche Aktivität ein zutiefst soziales Wesen besitzen, erfolgt die individuelle Konstruktion unter Bedingungen der sozialen Stützung, bei der im Rahmen der zwischenmenschlichen Kooperation ein (gegenständlicher) Kontext gestiftet wird, in dem sinnvolle Konstruktionen gemeinsam (Akteur ist dann ein Supersubjekt) realisiert werden, wobei die dazu erforderlichen intersubjektiven Mittel (Lernmittel bzw. auch Medien i.w.S.) eine außerordentliche Bedeutung erlangen.

Für die angehende Lehrkraft bedeutet das, Fähigkeiten zu erwerben, domänenspezifische Aneignungsprozesse im Unterricht zu gestalten. Kognitionspsychologisch betrachtet bedeutet Lehren im Unterricht das (vermittelte) Bewirken von Wissenserwerb beim Lernenden. Die Lehrkraft organisiert, begleitet, moderiert, stützt die individuellen Konstruktionsleistungen gerichtet auf die individuelle Konstruktion (gesellschaftlich betrachtet Rekonstruktion) „öffentlichen“, „gesellschaftlichen“, „menschlichen“ „Bildungs-“Wissens (Kultur). Dazu muss die Lehrkraft individuelle Lernaktivität beim Lernenden in einer solchen Weise anregen, ermöglichen, gewährleisten, dass die dem Bildungsziel entsprechenden

dann die Aneignung situiereten Wissens durch Einbindung in den Alltagskontext in der horizontalen Vernetzung und jene systematischen fachlichen Wissens in seiner vertikalen Organisation durch systematisches Lernen erfolgt (vgl. Bildungskommission 2003).

Konstruktionsleistungen zustande kommen. Dies aber ist nur möglich, wenn die Lehrkraft ihre Tätigkeit darauf richtet:

- domänenspezifische Kontexte entstehen zu lassen
- entsprechende Lernvoraussetzungen domänenspezifisch zu berücksichtigen (in allen relevanten Komponenten und bis auf Individuen hin)
- geeignete Lernmittel (materiell und ideell – im Sinne von Handlungsorientierungen, Handlungsstützen) zur Verfügung zu stellen
- spezifische domänenabhängige Lernhandlungen in sozialen Situationen anzuregen
- den Lernprozess diagnostizierend zu begleiten und domänenspezifisch Lernentwicklung zu befördern
- entsprechende außerunterrichtliche Rahmenbedingungen zu kennen und geeignet zu beeinflussen.

Da domänenübergreifende Transformationsprozesse kognitiver Leistungen eher selten anzutreffen sind, ist es für Lehrkräfte außerordentlich bedeutsam

- die Besonderheiten der domänenspezifischen kognitiven Entwicklung und ihre Bedingungen sowie die diesbezüglichen Entwicklungs- und Lernvoraussetzungen ihrer Schüler zu kennen,
- über Besonderheiten der domänenspezifischen Kontexte zu verfügen (Art und Weise der domänenspezifischen Tätigkeit - Methoden und Arbeitsverfahren der Wissenschaften bzw. Disziplinen) sowie die Wahrnehmung und Bedeutung der Domäne in der Gesellschaft zu reflektieren,
- Besonderheiten domänenspezifischer Konstruktionsprozesse in Abhängigkeit von den jeweiligen Konstruktionsvoraussetzungen und -bedingungen (z.B. Vorkenntnisse, Schülervorstellungen, implizites Wissen, Überzeugungen (beliefs), Alltagsvorstellungen, -wissen und sein Verhältnis zum jeweiligen domänenspezifischen wissenschaftlichen Wissen) sowie
- die Bedeutung sinnstiftenden Lernens in der Domäne (Konstruktion von fachlichen Bedeutungen auf dem Hintergrund von Alltagswissen) zu verstehen und mit Blick auf das Lehrerhandeln im Unterricht verfügbar zu machen.

Dazu bedarf es der Transformation von Fachwissen und erziehungswissenschaftlichem Wissen und der Konstruktion der jeweiligen domänenspezifischen Bedeutung: Domänenspezifische Lernprozesse (Lernprozesse laufen in der Regel domänenspezifisch ab) müssen daher beim Lehrer präsent sein und den Ausgangspunkt dafür bilden, einen darauf Wirkungen zeigenden Unterricht konzipieren zu können. Domänenspezifische kognitive Entwicklung und ihre Beeinflussung durch Unterricht (Wechselverhältnis zwischen Lehren und Lernen, Konstruktion und Konstruktions) ist eine eigenständige Forschungsaufgabe, die eine Brücke zwischen Fach und Erziehungswissenschaft (hier vor allem Pädagogik, Psychologie, Soziologie) schlagen muss. Diese Art fachdidaktischen Wissens, welches auch Einfluss hat auf die Frage, wie mit Blick auf Unterricht fachliches Wissen ausgewählt und angeordnet wird, entsteht nicht durch Anwendung des in der Fachwissenschaft erworbenen Wissens auf die Erziehungswissenschaft, noch umgekehrt. Dieses Wissen bildet eine eigenständige Domäne, ihr entspricht ein eigener Kontext, nämlich der des Unterrichtens in einem Unterrichtsfach. So wenig wie ein Unterrichtsfach auf ein Fach reduziert werden kann, ist Fachdidaktik auf die fachbezogene Anwendung von erziehungswissenschaftli-

chem Wissen zu reduzieren. Fachdidaktik ist eine eigenständige Disziplin – jedenfalls dann, wenn im Unterricht die Spezifik fachbezogener (domänenspezifischer) Lernprozesse Berücksichtigung finden soll. Da Entwicklungsförderung (ein besonders deutlich in Deutschland durch TIMSS, PISA, IGLU kenntlich gemachtes Defizit) domänenspezifisch erfolgen muss, ist die Berücksichtigung domänenspezifischer Lern- und Entwicklungsprobleme von herausragender Bedeutung.

Um Missverständnissen vorzubeugen: Es soll an dieser Stelle nicht vorrangig eine grundsätzliche Abgrenzung der Fachdidaktik von Fach- und Erziehungswissenschaft betrieben werden, sondern es geht um die Betonung des Disziplincharakters der Fachdidaktik. (Ihr Gegenstand ist das Schulfach und der entsprechende Unterricht, das Lehren und Lernen in ihm und nicht die Psyche, der Unterricht, die Schule, das Lehren sowie das Lernen an sich, die Erziehung allgemein und auch nicht das Fach.) Dazu ist selbstredend die Verstärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Fach, Fachdidaktik und Erziehungswissenschaft erforderlich – und dies mit Blick auf die Lehre und die Forschung. Keinesfalls kann (evtl. in Überbetonung bzw. falscher Sicht auf Interdisziplinariät) die Aufgabe der Fachdidaktik durch Fach- oder Erziehungswissenschaft, z.B. die Didaktik des Sachunterrichts durch die Allgemeine Grundschulpädagogik und -didaktik, übernommen werden.

Mit Blick auf das Lehramtsstudium kann aus den genannten Gründen nicht erwartet werden, dass Studierende ohne ein entsprechendes spezifisches Studium den Transformationsprozess von Fach- und erziehungswissenschaftlichem Wissen in fachdidaktisches Wissen vollziehen, wie erwartet werden kann, dass Schüler über die Vermittlung domänenübergreifender, z.B. allgemeiner kognitiver Trainingsprogramme, zu Höchstleistungen auf den Gebieten der Physik, Chemie usf. gelangen. Konstruktionsprozesse sind an viele komplizierte und sehr komplexe Bedingungen gebunden und je spezifischer das Wissen in den einzelnen Domänen, um so spezifischer sind auch die Aneignungsbedingungen (Aneignungsvoraussetzungen, Aneignungsaktivitäten, Aneignungshilfen im Rahmen der domänenspezifischen Kooperation und Kommunikation). Wirkliches Verstehen – nicht das Auswendiglernen von Faktenwissen oder das Ausbilden von Handlungsroutinen – ist nur bei Berücksichtigung der Domänenspezifik des Lernens und Lehrens zu erreichen. Physik lernt jeder anders, aber auch anders als Chemie und diese wieder anders als Musik, Russisch, Spanisch oder Englisch usf.

4. Konsequenzen

Welche Konsequenzen ergeben sich für die Entwicklung der Fachdidaktik an der Universität? Ich beziehe mich im Wesentlichen auf GFD (2002).

4.1. Konsequenzen für die Forschung

Fachdidaktik als Wissenschaft vom fachspezifischen und fächerübergreifenden Lehren und Lernen innerhalb und außerhalb der Schule befasst sich im Rahmen ihrer Forschungsarbeiten mit der Auswahl, Legitimation und der didaktischen Rekonstruktion von Lerngegenständen, der Festlegung und Begründung von Zielen des Unterrichts, der methodischen Strukturierung von Lernprozessen sowie der angemessenen Berücksichtigung der psychischen und sozialen Ausgangsbedingungen von Lehrenden und Lernenden. Hinzu treten Forschungsarbeiten zur Entwicklung und Evaluation von Lehr-Lern-Materialien sowie Arbeiten z.B. zum Sprachverstehen, zum politischen Lernen und zu vorunterrichtlichen Vorstellungen von (naturwissenschaftlichen) Begriffen und deren Entwicklung. Auch das lebenslange Lernen in den verschiedenen Bereichen der Aus- und Weiterbildung von Jugendlichen und Erwachsenen sowie Wahrnehmung und Beurteilung von Wissenschaft in der Gesellschaft gehören zu den fachdidaktischen Forschungsfeldern. Fachdidaktische Forschung muss fachlich breit angelegt, langfristig konzipiert und institutionell durch Professuren abgesichert sein.

4.2. Konsequenzen für die Lehrerausbildung

Im Rahmen der Lehrerausbildung haben die verschiedenen Fachdidaktiken die Aufgabe, künftige Lehrer/innen an kognitions-, motivations- und entwicklungspsychologische Determinanten fachlichen Lehrens und Lernens sowie an theoriegeleitete Planung, Durchführung und Evaluation von Unterricht heranzuführen. Sie machen ihnen weiterhin die methodischen Möglichkeiten und Grenzen, fächerverbindenden Dimensionen und die gesellschaftlichen Anwendungsbezüge des Faches deutlich. „Ein Ansatz ‚aus der Praxis für die Praxis‘ schließt diese wissenschaftliche Perspektive nicht ein. Dies gilt nicht nur für die Lehramtsstudiengänge der Sekundarstufen I und II, sondern gleichermaßen für die der Primarstufe“ (GFD 2002, S. 12).

Natürlich kann eine Abordnung von Lehrerinnen und Lehrern an fachdidaktische Lehrstühle als Mitarbeiter für die Lehrerbildung von Vorteil sein. Sie stellt dann einen Weg unter mehreren dar, den Praxisbezug zu vertiefen. Gleiches gilt selbstredend für eine enge Zusammenarbeit mit den Studienseminaren der zweiten Phase der Lehrerbildung. Sie ersetzt jedoch keine forschungsbezogenen Lehr- und Forschungseinheiten, in der Regel durch Professuren repräsentiert. Daher sind fachdidaktische Professuren unerlässlich. Dabei sollte auch und evtl. in erster Linie an den wissenschaftlichen Nachwuchs und seine Förderung gedacht werden.

5. Literatur

Baumert, J. (2002): Referat auf der Tagung „Die Lehrerbildung der Zukunft“ am 24.09.2001 am Zentrum für Schulforschung und Fragen der Lehrerbildung (ZSL) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

- Beck, E.; Horstkemper, M. & M. Schratz (2001): Lehrerinnen und Lehrerbildung in Bewegung. Aktuelle Entwicklungen und Tendenzen in Deutschland, Österreich und in der Schweiz. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 1, S. 10-28.
- Bildungskommission der Länder Berlin und Brandenburg (2003): *Bildung und Schule in Berlin und Brandenburg. Herausforderungen und gemeinsame Entwicklungsperspektiven.* Berlin: Wissenschaft & Technik Verlag.
- Cloer, E.; Klika, D. & K. Hubertus (Hrsg.): *Welche Lehrer braucht das Land? Notwendige und mögliche Reformen der Lehrerbildung.* Weinheim: Juventa.
- Giest (1996): *Fachdidaktik und Unterricht. Lern- und Lehr-Forschung, Berichte Nr. 15, S. 43-72.* Potsdam: Universität Potsdam.
- GFD (2002): *Stellungnahme der Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) zur Reform der Lehrerbildung. GDSU-Info, Nov. 2002, H. 23, S. 8-11.*
- Hartmann-Kurz, Cl.; Donetskaja, O. & G. E. Becker (2001): *Woran orientieren sich Lehrerinnen und Lehrer? Pädagogik, 6, S. 41-44.*
- Kattmann, U. (2003a): *Der Bachelor. „Wissenstransfer“ als Basis für konsekutive Studiengänge in der Lehrerbildung. HSW, 3, S. 96-99.*
- Kattmann, U. (2003b): *Pädagogik fachlichen Lernens - Fachdidaktiken gehören ins Zentrum der Lehrerbildung. In B. Moschner; H. Kiper & U. Kattmann (Hrsg.), PISA 2000 als Herausforderung, Perspektiven für Lehren und Lernen, S. 307-318. Baltmannsweiler: Schneider.*
- Kommission zur Neuordnung der Lehrerbildung an hessischen Hochschulen (1997): *Neuordnung der Lehrerbildung. Opladen: Leske & Budrich.*
- Konferenz der Vorsitzenden Fachdidaktischer Fachgesellschaften (KVFF) (1998): *Fachdidaktik in Forschung und Lehre. Kiel: IPN.*
- Lemmermöhle, D. & Jahreis, D. (2003): *Reformen in der universitären Lehrerbildung. Die Deutsche Schule, S. 1-16.*
- Lüders, M. (2004): *Können Lehr-Lern-Prozesse im Unterricht evolutionstheoretisch erklärt werden? Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 7, 2, S. 235-247.*
- Oelkers, J. (1996): *Zur Wissenschaftlichkeit der Grundschule – Fragen an die Lehrerbildung. In U. Drews & A. Durdel (Red.), Grundlegung von Bildung in der Grundschule von heute. Potsdam, 05.-07.06.1997; Konferenzbeiträge, S. 294-305. Potsdam: Universität Potsdam. (Potsdamer Studien zur Grundschulforschung, Bd. 20).*
- Oelkers, J. (2001): *Welche Zukunft hat die Lehrerbildung. Zeitschrift für Pädagogik, 43. Beiheft, S. 151-164.*
- Oelkers, J. (2003): *Standards und Evaluation in der Lehrerbildung. Vortrag im Staatlichen Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasien und Sonderschulen) Stuttgart II am 2. Dezember 2003 in Stuttgart.*
- Olberg, H.-J. v. (2004): *Didaktik auf dem Weg zur Vermittlungsgesellschaft? Sammelbesprechung. Zeitschrift für Pädagogik, 1, S. 119-131.*
- Oser, F. (2002): *Standards: Kompetenzen von Lehrpersonen. In F. Oser & J. Oelkers (Hrsg.), Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards, S. 215-342. Zürich: Rüegger.*
- Sandfuchs, U. (2000): *Qualitätsstandards moderner Lehrerbildung. Grundschule, 7-8, S. 77-78.*
- Schlömerkemper, J. (2004): *Eckpunkte zum Kernstudium der Lehrerbildung. Der Beitrag der Bildungswissenschaft zur Professionalisierung von Lehrerinnen und Lehrern. Erziehungswissenschaft 15, 28, S. 25-36.*
- Strukturkommission Lehrerbildung, Gründungssenat der Universität Potsdam (1992): *Potsdamer Modell der Lehrerbildung, S.38-41. Potsdam: Universität Potsdam.*
- Terhart, E. (1999): *„Gute“ und „schlechte“ Lehrarbeit: Sichtweisen aus der Erziehungswissenschaft. Journal für Schulentwicklung, 1, S. 36-45.*

- Terhart, E. (2001): *Lehrerbildung - quo vadis?* Zeitschrift für Pädagogik, 4, S. 449-558.
- Terhart, E. (2002): *Standards für die Lehrerbildung. Eine Expertise für die Kulturministerkonferenz.* Münster: Institut für Schulpädagogik und Allgemeine Didaktik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.
- Terhart, E. (2002): *Fremde Schwestern. Zum Verhältnis von Allgemeiner Didaktik und empirischer Lehr-Lern-Forschung.* Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 16, 77-86.
- Terhart, E. (2003): *Wirkungen von Lehrerbildung: Perspektiven einer an Standards orientierten Evaluation.* Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung, S. 8-19.
- Terhart, E. (Hrsg.) (2000): *Perspektiven der Lehrerbildung in Deutschland. Abschlussbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Kommission.* Weinheim: Juventa.
- Weinert, F.E. & de Corte, E. (1996): *Translating research into practice.* In E. de Corte & F.E. Weinert, *International encyclopedia of developmental and instructional psychology.* Oxford, UK: Elsevier Science.
- Wieser, I. (2001): *Die LehrerInnenausbildung im Spiegel aktueller Reformliteratur in Deutschland.* Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung 1, S. 102-106.
- Wissenschaftsrat (2001): *Empfehlungen zur künftigen Struktur der Lehrerbildung.* Drs. 5065/01. Berlin.

Lernen von Physik am Computer, Textverständlichkeit und Aktivierung der Lernenden

Thorid Rabe

Einleitung

Wie gesamtgesellschaftlich die Bedeutung von computerbasiertem Lernen zunimmt, so spielt Multimedia auch beim Lernen von Physik zunehmend eine wichtige Rolle. Forschung zum Einsatz und zur Gestaltung des computerbasierten Lernens und der verwendeten Programme hat zum Teil sehr heterogene Ergebnisse erbracht. Allerdings unterliegen diese Forschungsergebnisse in ihrer Aussagekraft Begrenzungen und verdeutlichen so, dass weitere Untersuchungen notwendig sind, damit die Gestaltung und die Implementation von Computerprogrammen in entsprechende Lehr-Lernkontexte effektiv gestaltet werden.¹

Die folgenden zwei Aspekte des computerbasierten Lernens werden in einer geplanten Untersuchung aufgegriffen. Eine erste Herausforderung besteht darin Text und Sprache als Bestandteile der Lernprogramme so zu gestalten, dass sie den Lernprozess unterstützen. Der andere Schwerpunkt liegt auf der Aktivierung der Lernenden durch die Instruktion, sich Inhalte eines Lernprogramms selbst zu erklären.

Motiviert ist diese Untersuchung zum einen durch die hohen Erwartungen, die sich nach wie vor auf das Lernen mit Multimedia richten und den Enttäuschungen, die inzwischen in Schulpraxis und Forschung auftreten. Ein zweiter Grund liegt darin, dass aus physikdidaktischer Perspektive zwar immer wieder die Schwierigkeiten im Umgang mit gesprochener und geschriebener Sprache thematisiert werden, empirische Forschung zu dieser Frage aber kaum stattgefunden hat.

Geplant ist eine Laboruntersuchung mit einem Lernprogramm, das sich mit der Beugung von Licht am Spalt beschäftigt und für diese Untersuchung entwickelt wurde. In einem 2*2-Design mit Vor-, Nach- und Langzeittest soll der Wissenserwerb beim Lernen mit diesem Programm erhoben werden.

Theoretische Annahmen zum Lernen von Physik

Aus konstruktivistischer Perspektive ist der Lernende selbst der Konstrukteur seines Wissens, indem er Informationen aktiv verarbeitet und das erworbene Wissen in Form von mentalen Modellen organisiert (Schnotz 1994). Die Verarbeitung der Informationen findet im Arbeitsgedächtnis statt, das durch eine begrenzte Verarbeitungskapazität gekennzeichnet ist, so dass in einem festen Zeitraum Informationen nur in bestimmtem Umfang verarbeitet werden können. Aus diesem Grund sollte der sogenannte cognitive load diese durch die Verarbei-

¹ Im Folgenden werden die Begriffe Lernprogramm, Computerprogramm, Multimedia synonym im Sinne von „multimedial“, „zu Lernzwecken gestaltet“ und „computerbasiert“ verwendet.

tungskapazität gesetzte Grenze nicht überschreiten, da es sonst zum cognitive overload kommt und nicht alle Informationen zum Wissenserwerb verwendet werden können. Während der intrinsische cognitive load (auch, germane load) auf der Schwierigkeit der Inhalte selbst beruht und insofern kaum vermindert werden kann, wird der extrinsische cognitive load durch die Art und Weise bestimmt, wie diese Inhalte präsentiert und gestaltet werden. Durch die Änderung des Designs eines Computerprogramms kann insofern cognitive load reduziert werden, ohne dass Inhalte davon betroffen wären.

Wie geht die Verarbeitung vonstatten? Nach dem Modell des menschlichen Verarbeitungssystems, verwendet in der kognitionspsychologischen Multimediaforschung, gelangen visuelle und auditive Informationen über zwei getrennte Kanäle in das Arbeitsgedächtnis (Mayer 2001). Der Lernende lenkt seine Aufmerksamkeit auf die relevanten Worte und Bilder, verknüpft die ausgewählten Wörter und Bilder und organisiert sie schließlich in einem verbalen oder piktorialen Modell, zu dem auch das Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis herangezogen wird. Zentrale Annahmen dieses Modells sind in lerntheoretischen Annahmen physikdidaktischer Forschung wieder zu finden. Gerade das Vorwissen spielt dabei eine entscheidende Rolle. Je höher das Vorwissen in der Inhaltsdomäne ist, desto höher sind auch die zu erwartenden Lernzuwächse, während andererseits resistente Alltags- oder Fehlvorstellungen den Erwerb fachlich richtiger Vorstellungen behindern können (Ambrose et al. 1999).

Lernen mit Multimedia

Computer werden in der Schule in einem breiten Anwendungsspektrum eingesetzt. Neben dem Angebot von Übungsprogrammen zur Wiederholung und Festigung und Lernprogrammen zum Erwerb neuen Wissens, kommt der Computer zum Beispiel auch als Messgerät bei Experimenten oder als Werkzeug zum Präsentieren, Schreiben oder Rechnen zur Anwendung (Blömeke 2003). Ebenso breit gefächert ist das Spektrum der Erwartungen, die sich auf Computer und Multimedia richten. Die Hoffnungen auf höhere Lernerfolge, geringeren Zeitaufwand, positivere Einstellungen zu Unterricht, Unterrichtsgegenstand und zum Medium selbst, spiegeln diese Bandbreite wider, konnten aber nur teilweise erfüllt werden, was durch komplizierte Aptitude-Treatment-Interaktionen begründet ist (Urhahne et al. 2000). Ob sich das Lernen mit dem Computer im Vergleich zu einem Unterricht ohne ihn positiv auf den Wissenserwerb und emotional-affektive Komponenten auswirkt, hängt von Lernermerkmalen wie der intrinsischen Motivation, seinem Vorwissen bezüglich des Inhalts und des eingesetzten Mediums und seinen Lernstrategien ab. Insofern muss sich Forschung zum Lernen mit Multimedia mit dem Problem der Konfundierung von Variablen auseinandersetzen, da der Computer normalerweise als nur ein Element in einer komplexen Lehr-Lernsituation auftritt. Für weitere Forschungsarbeiten in diesem Feld wäre es deshalb wünschenswert, dass sich Studien mit strengem Design und genauer Kontrolle der Variablen einerseits und ökologisch valide Explorationsstudien andererseits gegenseitig ergänzen und miteinander verzahnen

werden. Bezüglich des computerbasierten Lernens besteht insbesondere Bedarf an Untersuchungen, die mit zeitlich umfangreicheren Programmen, die länger als wenige Minuten dauern, und gleichzeitig curricular verankert sind, durchgeführt werden. Dabei müssen Spezifika der Inhaltsdomäne - hier der Physik - und die Computererfahrung der Lernenden in ihrem Einfluss berücksichtigt werden (Tergan 1997).

Multimedia kann allgemein als die gleichzeitige Darstellung von Inhalten mithilfe von Sprache und Bildern definiert werden (Mayer 2001). Welche Besonderheiten, welche Vorteile aber möglicherweise auch Fallstricke bringt dann die Präsentation von multimedialen Lernprogrammen mit dem Computer mit sich? Die Interaktivität ermöglicht Lernenden individuell über ihren Lernweg und die Lerngeschwindigkeit zu entscheiden, birgt aber gleichzeitig die Gefahr, dass die notwendige „guidance“ fehlt, die insbesondere für Novizen in einer Inhaltsdomäne hilfreich sein kann. Technisch bietet der Computer die Chance mit relativ geringem Aufwand Inhalte visuell und auditiv anzubieten, wie es der Dual-Channel-Theorie entspricht. Bilder können animiert oder zu Simulationen erweitert werden (u.a. Lowe 2003). Die Forschung zu Multimedia hat Designkriterien hervorgebracht, die Grundregeln darüber beinhalten, wie auditive und visuelle, sprachliche und bildliche Präsentationen räumlich und zeitlich gestaltet werden sollten, um Lernprozesse zu unterstützen (Mayer 2001).

Eine Voruntersuchung, in die sieben deutschsprachige Programme zum Inhaltsbereich geometrische Optik einbezogen wurden, hat gezeigt, dass diese Designkriterien in dem meisten Fällen nicht beachtet werden (Staraschek & Rabe 2004). Die Analyse der einzelnen Programmseiten erbrachte, dass nur 29% von ihnen audiovisuell dem Modalitätsprinzip entsprechen und in einem Programm das Redundanzprinzip durchgehend verletzt wird. Räumliche Nähe von Bild und Text ist auf 60% der Seiten, zeitliche Nähe auf 61% der Seiten der audiovisuellen Programme und 48% der Seiten in den rein visuellen Programmen festzustellen. Außerdem zeigte die Studie, dass die Formulierung des Kohärenzprinzips im Sinne des Verzichts auf überflüssige Worte und Bilder sehr vage ist. Die Bedeutung von Inhaltskomponenten und ihre Anordnung hängen letztlich von den aktuellen Lernzielen ab und sind Gegenstand andauernder Debatten in den Fachdidaktiken, wovon die Curriculumentwicklung zeugt. Über die Relevanz von inhaltlichen Komponenten kann also nicht aus multimedialer, sondern nur aus fachdidaktischer Perspektive ein Urteil gefällt werden, das zum Beispiel mit Hilfe eines Modells der Didaktischen Rekonstruktion zu begründen ist (Kattman et al. 1998).

Betrachtet man die Forschungslandschaft, so fällt eine weitere Lücke ins Auge. Studien zur Gestaltung von Text und Sprache, die das Lernen mit den Computerprogrammen fördert und nicht behindert, liegen bisher nicht vor, mit Ausnahme von ersten Hinweisen darauf, dass eine personalisierte Sprache den Lernprozess unterstützt (Moreno & Mayer 2000). Forschungsanstrengungen zu diesem Aspekt scheinen insbesondere für den Bereich des naturwissenschaftli-

chen Lernens notwendig, da hier - wie im Folgenden gezeigt wird - Sprache und Text aus didaktischer Sicht eine entscheidende Rolle spielen (Yore 2003).

Sprache und Text beim Physiklernen

Beim Lernen von Physik nimmt die Sprache eine Doppelrolle ein. Während sie einerseits als Mittel der Kommunikation während des Lernprozesses benötigt wird, steht sie im Sinne der Kenntnis der Fachsprache auch als Ergebnis am Ende des Lernprozesses. Hinzufügen lässt sich, dass Sprache außerdem ein wesentliches Hindernis beim Lernen von Physik darstellen kann (Wellington & Osborne 2001), wofür der Grund zum Teil in den Spezifika der Fachsprache liegt. Ein in hohem Maße standardisierter und normierter Sprachgebrauch, Spezifika in Syntax und Semantik, ein nominalisierter und unpersönlicher Stil sind Merkmale der physikalischen Fachsprache (Halliday 1993). Hier fällt insbesondere der starke Gebrauch von Fachbegriffen auf, die zum Teil neu als domänenspezifisch gelernt werden müssen, zum Teil aber auch aus der Alltagssprache bekannt sind und nun in anderen, oft sehr engen Bedeutungen verwendet werden. Gerade diese Verknüpfung neuer wissenschaftlicher Inhalte mit einem vertrauten Begriff spiegelt die Schwierigkeiten wider, die im Zusammenhang mit dem conceptual change immer wieder auftreten, die vorunterrichtlichen Vorstellungen erweisen sich als resistent gegenüber den didaktisch erwünschten fachlichen Vorstellungen.

Daraus resultieren Probleme mit gesprochener und schriftlicher Sprache im Physikunterricht. Schülerinnen und Schüler sprechen nur wenig im Physikunterricht und verwenden Begriffe fachlich unangemessen (Lemke 1990). Die Sprache des Lehrers bleibt den Schülerinnen und Schülern in vielen Fällen unverständlich, wie auch die Schulbücher, denen aus Schülerperspektive ohnehin nur eine geringe Bedeutung zukommt (u.a. Staruschek 2003).

In der Theorie zum Textverstehen nimmt der Leser eine ähnlich aktive Position wie in konstruktivistischen Lerntheorien ein. Aus den Textinformationen konstruiert er ein kohärentes mentales Modell, das damit allerdings nicht notwendigerweise dem repräsentierten Gegenstand adäquat sein muss (Schnotz 1994). Die Bildung von Inferenzen zwischen Informationsportionen und dem Vorwissen wird beeinflusst von einer Interaktion der Merkmale der Textoberfläche, des Textinhalts und des Lernalters selbst.

Eine weitere Vorstudie zu den Texten in Computerlernprogrammen zeigt, dass die Möglichkeiten, die Lesbarkeit und Verständlichkeit von Texten zu erhöhen, bei weitem noch nicht ausgeschöpft sind, während Schulbücher inzwischen ein annehmbares Niveau aufweisen (Rabe et al. 2004). Die Verwendung einer Flut von Fachbegriffen bei geringer Redundanz, wenig persönliche Anrede der Lerner durch Konstruktionen in 1. oder 2. Person oder Possessivpronomen sind z.B. Anzeichen dafür, dass die Gestaltung der Texte in den Computerprogrammen hinter den Stand der Schulbücher weit zurückfällt.

Zwei weitere Merkmale der Textoberfläche stehen im Mittelpunkt der geplanten Untersuchung. Ein Merkmal, das die Verknüpfung von Textelementen auf ver-

schiedenen Ebenen berücksichtigt, ist die Textkohärenz, die sich lokal in der Verbindung von einzelnen Sätzen oder global in der Verbindung von größeren Textpassagen durch semantische oder syntaktische Mittel ausdrückt (Rickheit & Schade 2000). Der Fokus liegt in dieser Studie auf der lokalen Textkohärenz, die durch die Rekurrenz von Substantiven in aufeinander folgenden Sätzen indiziert wird. Aus den Annahmen der Kognitionspsychologie lässt sich folgern, dass eine hohe lokale Textkohärenz den cognitive load bei Novizen reduziert und sich somit positiv auf den Lernprozess auswirken kann, so dass es uns als weiteres Verständlichkeitskriterium dient.

Als weiteres Kriterium für Textverständlichkeit wird die Zahl der sprachlichen Referenzen auf zugehörige Bilder herangezogen. Wiederum bezieht sich die kognitionspsychologische Argumentation auf die Reduktion des cognitive load für Novizen und eine zusätzliche Aufmerksamkeitslenkung auf die Bilder an Stellen, an denen sie dem Verstehen dienen können. Dass die enge Verzahnung von sprachlichen und bildlichen Elementen sinnvoll ist, spiegelt sich bereits in den Designkriterien zu räumlicher und zeitlicher Nähe wider (Mayer 2001). Allerdings sind zusätzliche sprachliche Verweise innerhalb des Textes in ihrem Einfluss auf den Wissenserwerb noch nicht untersucht.

Selbsterklärungen

Wie schon mehrfach angesprochen ist aus konstruktivistischer Perspektive ebenso wie beim Lernen mit Multimedia und bei der Textverarbeitung die Aktivität des Lerners die wichtigste Voraussetzung für den Wissenserwerb. Der Lernende bildet also Inferenzen zwischen den gegebenen Informationen und generiert neues Wissen, indem er das Vorwissen hinzuzieht. Dieser Prozess ist beeinflusst von Merkmalen des Textes, der Lerninhalte und des Lerners (Schnotz 1994).

Deshalb muss eine Optimierung der Textoberfläche von einer Aktivierung des Lerners zu einer tiefen Verarbeitung begleitet werden, da gerade beim computerbasierten Lernen das Risiko besteht, dass Lernende erwarten, dass ihnen das Wissen so präsentiert wird, dass sie selbst keine Anstrengung investieren müssen. Eine solche Aktivierung ist möglich durch eine Instruktion zur Selbsterklärung, i.e., die Aufforderung an den Lernenden, Erklärungen für sich selbst zu generieren. Dies umfasst Tätigkeiten der Selbstkontrolle und Diagnose des eigenen Verstehens und führt zur Auswahl, Organisation und Integration neuer Inhalte mit dem Vorwissen. Aus diesem Grund können Selbsterklärungen als intentionale Strategie bezeichnet werden, die Aufmerksamkeit und Anstrengung erfordert (de Leeuw & Chi 2003). Anders als die Aufforderung zum lauten Denken, bei dem alles gesagt werden soll, was einem durch den Kopf geht, lenkt die Instruktion zur Selbsterklärung die Aufmerksamkeit auf die Aspekte des Textes, die für das Verstehen relevant sind, Welche Information ist neu? Wie ist dieser Inhalt mit dem Vorangehenden verknüpft? Welche Fragen entstehen?

Forschungsergebnisse zeigen einen Selbsterklärungseffekt bei Lernern, die viele spontane Selbsterklärungen produzieren und daraufhin in Problemlösungsaufgaben besser abschneiden (Chi et al. 1994). Auch induzierte Selbsterklärungen

führen zu einem tieferen Textverstehen und minimieren dabei den Einfluss inadäquater Texte. Die Untersuchungen beziehen sich bislang auf Texte, die als Papierversion vorliegen. In Bezug auf das computerbasierte Lernen, das sich durch die Textdarbietung am Bildschirm und die hohe Anzahl von bildlichen Darstellungen auszeichnet, erscheint die Instruktion zur Selbsterklärung eine viel versprechende Strategie, um die Integration von sprachlicher und bildlicher Information und damit den Lernprozess zu unterstützen.

Forschungsfragen

Die beschriebenen Ansätze und Befunde aus den Bereichen des Physiklernens, des Multimedialernens und des Lernens mit Texten führen zu den nachfolgenden Forschungsfragen,

1. *Welche Bedeutung hat die Kohärenz beim computerbasierten Lernen von Physik?*

Für diese theoretische Frage ist der Begriff der Kohärenz aus den Perspektiven von Kognitionspsychologie, Physikdidaktik, Multimediaforschung und Linguistik zu klären.

2. *Wie beeinflusst die Optimierung der Textoberfläche hinsichtlich lokaler Textkohärenz und Text-Bild-Referenzen einerseits und die Instruktion zur Selbsterklärung andererseits sowie deren Kombination den Wissenserwerb in der Physik hinsichtlich Behalten und Transfer?*

Im Folgenden wird kurz die geplante empirische Untersuchung beschrieben, mit der dieser Frage nachgegangen werden soll.

Design und Methode der Untersuchung

Für die Studie wird ein 2*2-Design mit den zwei unabhängigen Variablen lokale Textkohärenz plus Text-Bild-Referenzen und Instruktion zur Selbsterklärung in jeweils zwei Ausprägungen gewählt. In einer Laborsituation werden 120 Probanden mit einem Lernprogramm arbeiten, das sich inhaltlich mit der Beugung von Licht am Spalt und Aspekten des Lernens über Modelle anhand von Strahlen- und Wellenmodell des Lichtes auseinandersetzt. Das Programm, das speziell für diese Untersuchung entwickelt wurde, umfasst visuellen Text und statische Bilder, ist weitgehend linear aufgebaut und benötigt etwa 60 Minuten Bearbeitungszeit. Somit wird auf multimedialer Ebene die Konfundierung von Variablen vermieden und andererseits ein Programm verwendet, das curricular valide für schulischen Unterricht brauchbar ist. Für die Untersuchung werden zwei Textvarianten erstellt, (a) Version 1, niedrige lokale Textkohärenz und wenige Text-Bild-Referenzen (b) Version 2, hohe lokale Textkohärenz und zahlreiche Text-Bild-Referenzen. Beide Versionen werden auf der Basis eines Textes erstellt, der den Kriterien für Lesbarkeit und Verständlichkeit genügt.

Diese beiden Textversionen werden im Design kombiniert 1. mit keiner speziellen Anweisung an die Lernenden, außer mit dem Programm zu lernen und 2. mit der Instruktion zur Selbsterklärung, so dass vier Probandengruppen entstehen.

Tabelle 1: Untersuchungsdesign

	Textversion1	Textversion 2
Keine Instruktion zur Selbsterklärung	Niedrige lokale Textkohärenz Keine Text-Bild-Referenzen	Hohe lokale Textkohärenz Zahlreiche Text-Bild-Referenzen
Instruktion zur Selbsterklärung	Niedrige lokale Textkohärenz Keine Text-Bild-Referenzen	Hohe lokale Textkohärenz Zahlreiche Text-Bild-Referenzen

Die abhängige Variable in der Untersuchung ist der Wissenserwerb in der Optik hinsichtlich des Behaltens von Informationen, die im Lernprogramm explizit gegeben werden und hinsichtlich des Transfers, also der Anwendung des Wissens in neuen oder veränderten Kontexten wie zum Beispiel der Interferenz am Doppelspalt oder am Gitter. Als Kontrollvariablen werden das Vorwissen in Physik und speziell Optik, das Interesse an Physik, die Bearbeitungszeit, räumliche und verbale Fähigkeiten und Computererfahrung erfragt bzw. getestet.

Bei insgesamt 120 teilnehmenden Probanden wird im Design eine Zellenbesetzung von $n=30$ erreicht. Die Schülerinnen und Schüler besuchen die Stufe 12 an Brandenburger Schulen, wobei sie entweder Grund- oder Leistungskurse in Physik belegen, so dass man davon ausgehen kann, dass Vorwissen zum Wellenmodell des Lichtes und zur Beugung aus dem Unterricht der Stufe 11 vorhanden ist. Insofern sind diese Probanden zwar keine vollständigen Novizen und bringen das Vorwissen mit, das für das Lernen mit dem Programm benötigt wird, andererseits sind aber Lernzuwächse hinsichtlich der Programminhalte zu erwarten.

In einem Vortest, der etwa 3 Wochen vor dem Treatment stattfindet, bearbeiten die Probanden einen Test zum Vorwissen, Teile des Kognitiven Fähigkeitstest (KFT) und sie beantworten Fragebögen zum Interesse und zur Computererfahrung. Unmittelbar nach den Treatmentsitzungen werden die Schülerinnen und Schüler in einem Nachtest wiederum mit einem Wissenstest zur Optik konfrontiert und sollen in einem Fragebogen eine Einschätzung des Programms geben. Der Wissenstest wird dann noch einmal 3-4 Wochen später als follow-up-Test eingesetzt. Die statistische Auswertung der erhobenen Daten hinsichtlich Korrelationen zwischen den Variablen wird es dann erlauben, Aussagen zu den Forschungsfragen zu tätigen.

Literatur

- Ambrose, B.S., Shaffer, P. S., Steinberg, R.N., and McDermott, L.C. (1999): An investigation of student understanding of single-slit diffraction and double-slit interference. *Am. J. Phys.* 67, 2, S. 146-155.
- Blömeke, S. (2003): Lehren und Lernen mit neuen Medien - Forschungsstand und Forschungsperspektiven. *Unterrichtswissenschaften*, 31, 1, S. 57-82.

- Chi, M.T.H., deLeeuw, N., Chiu, M.-H., and Lavancher, C. (1994): Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science* 18, S. 439-477.
- De Leeuw, N., and Chi, M.T.H. (2003). Self-Explanation, Enriching a Situation Model or Repairing a Domain Model? In G. Sinatra & P. Pintrisch [Eds.], *Intentional Conceptual Change*, pp 55-78. Erlbaum.
- Halliday, M.A.K. (1993): On the language of Physical Science. In M.A.K. Halliday, *Writing science, Literacy and Discursive Power* pp 54-68. London, Washington: The Falmer.
- Kattmann, U., Duit, R., & Gropengießer, H. (1998): The model of Educational Reconstruction. Bringing together issues of scientific clarification and students' conceptions. In H. Bayrhuber & F. Brinkman (Eds.), *What – Why – How? Research in Didaktik of Biology*, pp 253-262. Kiel: IPN.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science, Language, Learning and Values*. Norwood (NJ): Ablex Publishing.
- Lowe, R. (2003): Animation and Learning, selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction* 13, pp 157-176.
- Mayer, R.E. (2001): *Multimedia Learning*. Cambridge: University Press.
- Moreno, R. & Mayer, R.E. (2000): Engaging Students in Active Learning, The Case for Personalized Messages. *Journal of Educational Psychology* 92, pp 724-733.
- Rabe, T., Starauschek, E., and Mikelskis, H.F. (2004): Textkohärenz und Selbsterklärung beim Lernen mit Texten im Physikunterricht. Ergebnisse einer Vorstudie zur lokalen Textkohärenz. DPG-Tagung Didaktik der Physik in Düsseldorf. CD zur Tagung des Fachverbandes Didaktik der Physik Düsseldorf 2004.
- Rickheit, G. & Schade, U. (2000): Kohärenz und Kohäsion. In K. Brinker et al. [eds.], *Text- und Gesprächslinguistik. Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung*, S. 275-283. Berlin, New York: de Gruyter.
- Schnotz, W. (1994): *Aufbau von Wissensstrukturen. Untersuchung zur Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Texten*. Weinheim: PVU.
- Starauschek, E. & Rabe, T. (2004): Multimedialernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Bemerkungen zu kognitionspsychologischen Lerneffekten multimedialer Wissensrepräsentation beim Physiklernen. In A. Pitton (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie. Vorträge der GDCP-Tagung in Berlin 2003*, S. 114-116. Münster: Lit.
- Starauschek, E. (2003): Ergebnisse einer Schülerbefragung über Physikschulbücher. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 9, S. 147-159.
- Tergan, S.-O. (1997): Conceptual and methodological shortcomings in hypertext/hypermedia design and research. *Journal of Educational Computing Research* 16, S. 209-235.
- Urhahne, D., Prenzel, M., von Davier, M., Senkbeil, M., and Bleschke, M. (2000): Computereinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht. Ein Überblick über die pädagogisch-psychologischen Grundlagen und ihre Anwendung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 6, S. 157-186.
- Wellington, J.J. & Osborne, J. (2001): *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.
- Yore, L.D. (2003): Examining the literacy component of science literacy, 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education* 25, 6, pp 689-725.

Modellkompetenz im Physikunterricht

Antje Leisner

Bei der Bestimmung von Zielen des naturwissenschaftlichen Unterrichts kann man Hodson folgen. Demnach hat auch der Physikunterricht diese drei Aufgaben zu erfüllen:

*„the learning of science, i.e. to understand the ideas produced by science;
learning about science, i.e. to understand important issues in the philosophy, history and methodology of science;
and learning to do science, i.e. becoming able to take part in those activities that lead to the acquisition of scientific knowledge.“* (Hodson, 1992 nach Justi & Gilbert 2002a, S. 369)

Ein Beitrag dazu könnte darin bestehen, den Schülerinnen und Schülern die Entwicklung und die Anwendung naturwissenschaftlicher Modelle nahe zu bringen (vgl. Justi & Gilbert 2002a, S. 370). Denn durch die Entwicklung von Modellkompetenz soll sowohl das Lernen der Physik (erste Aufgabe) als auch Lernen des naturwissenschaftlichen Arbeitens gefördert werden (dritte Aufgabe). Neben diesem lerntheoretischen Aspekt soll die Entwicklung von Modellkompetenz das Lernen über Physik und somit den bildungstheoretischen Aspekt unterstützen (zweite Aufgabe).

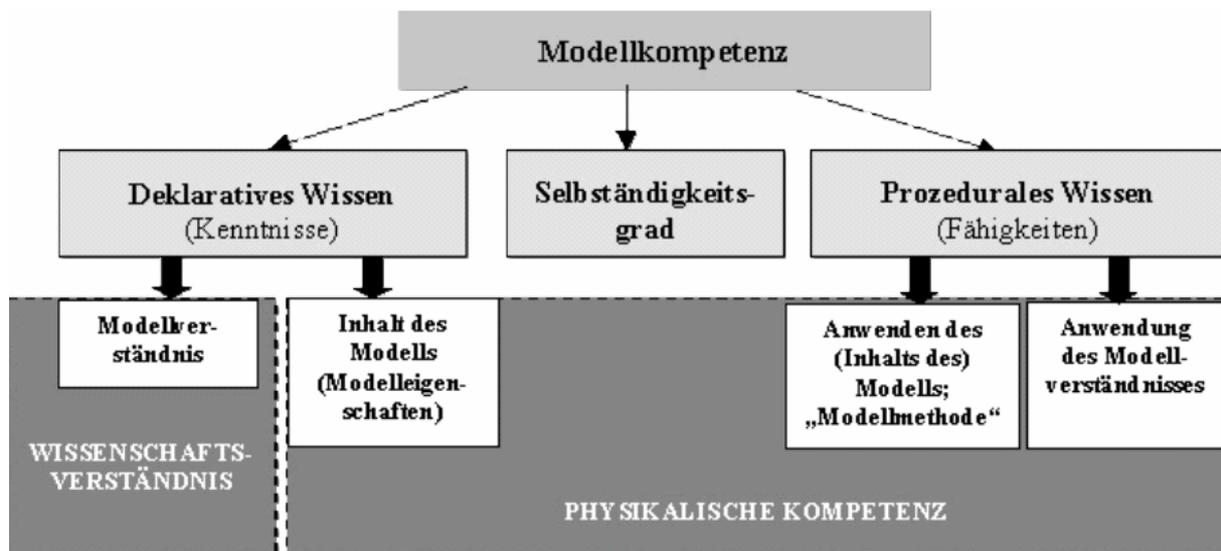


Abbildung 1: Zusammensetzung der Modellkompetenz und deren Einbettung

Was aber wird unter Modellkompetenz verstanden und wie kann sie eingeordnet werden?

Modellkompetenz ist ein System aus Kenntnissen (deklaratives Wissen) und erlernbaren Fähigkeiten (prozedurales Wissen), die zu der Disposition (Verfügbarkeit und Selbstständigkeitsgrad) des Lernalters führen, Anforderungen im Umgang mit naturwissenschaftlichen Modellen auf schulischem Niveau zu bewältigen.

Die Kenntnisse umfassen das Modellverständnis (1 und 2) und Modelleigenschaften (3) (siehe Abbildung 1):

1. die Unterschiede zwischen den Eigenschaften der Erfahrungswelt und der Modellwelt,
2. die Unterschiede zwischen Alltagsmodellen und naturwissenschaftlichen Modellen,
3. konkrete Annahmen, Idealisierungen und Inhalte physikalischer Modelle.

Die Fähigkeiten stellen die Anwendung des Modellverständnisses (1, 2 und 4) und der Modelleigenschaften (3) dar:

1. bewusstes Unterscheiden von Phänomen und Modell,
2. bewusstes Unterscheiden von Alltagsmodellen und naturwissenschaftlichen Modellen,
3. Auswahl, Anwenden und Werten naturwissenschaftlicher Modelle zum Problemlösen,
4. Reflexion über naturwissenschaftliche Modelle und Modellieren.

Die Modelleigenschaften bezeichnen den Inhalt des konkreten Modells. In der nachfolgenden Tabelle sind am Beispiel des Teilchenmodells die Kenntnisse und Fähigkeiten der Modellkompetenz zusammengestellt.

Tabelle 1: Kenntnisse und Fähigkeiten einer Modellkompetenz zum Teilchenmodell

Kenntnisse – Deklaratives Wissen - Teilchenvorstellung -	Fähigkeiten – Prozedurales Wissen - Teilchenvorstellung -
<u>Modellverständnis:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Postulat: „Alle Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen.“ ▪ Teilchenvorstellung ist ein physikalisches Modell, daher hypothetisch, zweckmäßig, vorläufig, hat Grenzen; dient für Vorhersagen, Veranschaulichung, Erklärung 	Trennen von Modell und Phänomen Reflexion der Modellanwendung
<u>Modelleigenschaften:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kleinste Teilchen haben eine Masse ▪ zwischen den kleinsten Teilchen ist Vakuum ▪ kleinste Teilchen sind in ständiger Bewegung ▪ kleinste Teilchen können geordnet oder frei sein ▪ zwischen den kleinsten Teilchen wirken Kräfte ▪ kleinste Teilchen haben keine Farbe, Temperatur ... 	Erklären von: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aggregatzustände; Diffusion ▪ Volumenabnahme beim Mischen von Alkohol und Wasser ▪ Ausdehnung von Stoffen beim Erwärmen Aufgaben mit und ohne direkter Aufforderung zur Modellnutzung lösen!

Das Modellverständnis ist ein Teil des Wissenschaftsverständnisses. Das Wissen um die Modelleigenschaften, deren erfolgreiche Anwendung beim Problemlösen und das Nutzen eines adäquaten Modellverständnisses sind Teil der „physikalischen Kompetenz“. Ein erfolgreiches Entwickeln dieser Teile der Modellkompetenz wird durch Reflexionen auf der Metaebene unterstützt und soll zu einem besseren Physikverstehen beitragen. Da das Modellverständnis Bestandteil eines adäquaten Wissenschaftsverständnisses ist, kommt sein Erwerb der Forderung eines Lernens über die Natur der Naturwissenschaften gleich. Hierin besteht der bildungstheoretische Wert einer Modellkompetenz.

Modellverständnis als Teil von Wissenschaftsverständnis – der hypothetisch-realistische Rahmen

Wissenschaftsverständnis setzt sich aus den drei Bereichen Erkenntnistheorie, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsethik zusammen (Kircher et al. 2000). Aspekte des Lernens über Modelle sind im wissenschafts- und erkenntnistheoretischen Bereich zu finden. Zum letzteren zählen Reflexionen über Modelle und deren Eigenschaften in der Physik. Die Frage: „Wann wird in der Physik ein Modell entwickelt?“ (1), führt zum Aspekt der Grenze der menschlichen Wahrnehmung und diese schließlich zur Frage nach der Realität (der unbeobachtbaren Weiterexistenz von Gegenständen). Der wissenschaftstheoretische Bereich wird einbezogen, wenn Fragen diskutiert werden wie: „Welche Eigenschaften zeichnet ein naturwissenschaftliches Modell aus?“ (2) oder „Wie können mithilfe der Modellbildung Erkenntnisse über die Realität gewonnen werden?“ (3). Darüber hinaus ist auch die Reflexion der eigenen Modellanwendung zum Problemlösen zu diesem Bereich zu zählen (4). Das Lernen über Modelle spielt im engeren Sinne nicht in den wissenschafts-ethischen Bereich hinein.

Somit ist die Entwicklung von Modellen und die Bedeutung der Modelle im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess Bestandteil eines Lernens über die Natur der Naturwissenschaften: Die Vorläufigkeit des naturwissenschaftlichen Wissens spiegelt sich in der Vorläufigkeit ihrer Modelle wider. Im Zusammenspiel von Beobachtung, experimentellen Belegen und rationalen Argumenten werden Modelle als Teil des naturwissenschaftlichen Wissens entwickelt. Dabei darf die Skepsis bezüglich der Ergebnisse und somit auch der aufgestellten Modelle nicht verloren gehen. Da es keine Standardmethode gibt, Naturwissenschaften zu betreiben, ist auch die sogenannte Modellmethode eine idealisierte Reihenfolge von Schritten zur Entwicklung von Modellen und nicht die einzige des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses.

Wer über ein angemessenes Modellverständnis verfügt, ist sich des tentativen, hypothetischen und subjektiven Charakters naturwissenschaftlicher Modelle bewusst. Ein elaboriertes Modellverständnis kann im Physikunterricht der Sekundarstufe II der Ausgangspunkt für eine umfassende Auseinandersetzung mit erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Fragen dieser Art sein: „Wie entsteht naturwissenschaftliches Interesse? Wie kommen Naturwissenschaftler zu neuen Erkenntnissen? Was sind Experimente? Warum werden Theorien wieder geändert und verworfen? Können die Daten eines Experiments durch verschiedene Theorien erklärt werden?“ (Sodian et al. 2002, S. 192).

Dem Modellverständnis wird somit eine „Tür-Öffner-Funktion“ zum Wissenschaftsverständnis zugesprochen. Denn das „Wissen über Modelle“ (als Teil der Modellkompetenz) geht mit Reflexionen über die Begriffe „Theorie, Hypothese und Voraussage“ einher und es wird die Rolle des Experiments im Zusammenspiel mit Modellen diskutiert. Zusammenfassend heißt das: Ein Modellverständnis ist notwendig, aber nicht hinreichend für ein Wissenschaftsverständnis.

Die Entwicklung bzw. Vermittlung eines angemessenen Modellverständnisses bedarf eines hypothetisch-realistischen Rahmens (Kircher & Dittmer 2004), der mit Bezug zum Physikunterricht durch sechs Thesen umschrieben werden kann. Im hypothetischen Realismus nehmen wir an,

- R1: ... dass es eine reale Welt gibt, unabhängig von Wahrnehmung und Bewusstsein;
- R2: ... dass die reale Welt gewisse Strukturen hat und dass diese Strukturen eher partiell und eher durch aufeinanderfolgende Approximationen als umfassend und auf ein Mal erkennbar sind;
- R3: ... dass jedwede Erkenntnisse über die Strukturen/reale Dinge gemeinsam durch Erfahrung (insbesondere durch Experimente) und durch den Verstand (insbesondere durch Theoretisieren) erreicht werden. Jedoch kann nichts davon endgültige Urteile über irgendetwas ausdrücken;
- R4: ... dass jedes Wissen über die Dinge hypothetisch und vorläufig ist;
- R5: ... dass die naturwissenschaftliche Erkenntnis eines Dings an sich weit davon entfernt ist, unmittelbar und bildhaft (anschaulich) zu sein; vielmehr ist sie umwegig und symbolisch;
- R6: Wir prüfen, wieweit wir mit diesen Annahmen kommen; wie nützlich sie für uns sind.

Im hypothetischen Realismus können dem Modellbegriff folgende Eigenschaften zugeschrieben werden:

- Naturwissenschaftliche Modelle werden vom Menschen geschaffen (nicht gefunden oder „gesammelt“);
- wenn die Grenzen der direkten Wahrnehmung erreicht sind,
- um (in ihrer Gänze) nicht beobachtbare Mechanismen oder Objekte zu erklären, vorherzusagen und zu veranschaulichen.
- Zur Modellentwicklung muss der /die Konstruierende Spekulation, Intuition, Annahmen und Abstraktionen verwenden;
- Modelle sind zweckmäßig (nützlich) und nicht richtig oder falsch. Den Zweck legt der/die Konstruierende bzw. der/die Anwendende fest.
- Modelle sind Bestandteil von Theorien und müssen sich in der sozialen Gemeinschaft der Forscher durchsetzen und bewähren;
- Naturwissenschaftliche Modelle sind hypothetisch und vorläufig.

Empirische Forschung zum Wissenschafts- und Modellverständnis

Zum Wissenschaftsvorverständnis von Lernenden und von Lehrenden liegen im Vergleich zu Alltagsvorstellungen in den physikalischen Domänen wie Optik, Mechanik etc. wenige empirische Untersuchungen im deutschsprachigen Raum vor. Die Ausnahmen bilden die Dissertation von Meyling (1990) zum Schülervorverständnis zu Wissenschaftstheorie bei Schülern der Sekundarstufe II und laufende Untersuchungen zum Wissenschaftsverständnis in der Grundschule (Sodian et al. 2002; Grygier et al. 2004). Für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I finden sich keine allgemeinen Untersuchungen zum Wissenschaftsverständnis. In den Studien von Lichtfeldt (1992) zur Quantenphysik, Mikelskis-Seifert zum Teilchenmodell (2002) und von Fischler & Peuckert (1999) zum Atombegriff werden Schülervorstellungen zur Realität der kleinsten Teilchen erhoben und dabei wissenschaftstheoretische Aspekte berücksichtigt.

Im englischsprachigen Raum kann sich vor allem auf die Untersuchungen von Carey et al. (1989), Grosslight et al. (1991) und Driver et al. (1996) sowie den Überblicksartikel von Lederman (1992) zum Verständnis von „Nature of Science“ bezogen werden. Untersuchungen zum Modellverständnis bei Lehrenden legen van Driel & Verloop (1999); Lederman (1999) und Justi & Gilbert (2002a, 2002b; 2003) vor. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die internationalen Ergebnisse zu Wissen und Vorstellungen bei Modellen und deren Rolle im physikalischen Erkenntnisprozess bei Lehrern nicht ohne Weiteres auf deutsche Lehrkräfte übertragen werden können. Aber die Ergebnisse, die sich auf den Einfluss des Wissens auf den Unterricht beziehen, die Methoden der Erhebung und die Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen sind durchaus übertragbar. Als zusammenfassendes Ergebnis der Untersuchungen zum Wissenschaftsverständnis werden drei Hauptkenntnisse festgestellt:

Erstens haben Carey et al. (1989) theoriegeleitet drei Stufen von Wissenschaftsverständnis aufgestellt. Als Ausblick ihrer empirischen Untersuchung fordern sie eine Differenzierung der Stufen. Dies erfolgte u.a. durch Carey & Smith (1993). Die Stufen werden von Sodian et al. (2002) und Günther et al. (2003) im Rahmen des BIQUA-Projekts „Wissenschaftsverständnis in der Grundschule“ in der Arbeitsgruppe Kircher in Würzburg unter Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Entwicklungs- und Pädagogische Psychologie in München eingesetzt und neu formuliert.

Zweitens charakterisiert die Mehrheit der Forschenden das Wissenschaftsverständnis bei Schülerinnen und Schülern aller Altersstufen ohne bzw. nach traditionellem Physikunterricht als naiv-realistisch. Bei den Lehrerinnen und Lehrern finden Günther et al. (2003) eine interindividuelle und eine intraindividuelle Varianz in den einzelnen Bereichen von Wissenschaftsverständnis. So antworten die meisten einmal naiv-realistisch und auf eine andere Frage epistemologisch reflektierend (Günther et al. 2003, S. 152). Das Mischen von positivistischen und konstruktivistischen Vorstellungen und die Begrenztheit des Wissens finden ebenso van Driel & Verloop (1999) und Justi & Gilbert (2003) bezüglich des Modellverständnisses bei Lehrenden.

Drittens kann durch (kurze) Interventionen, die explizit wissenschaftstheoretische Reflexionen beinhalten, eine Verbesserung des Wissenschaftsverständnisses bei Schülerinnen und Schülern wie auch bei Lehrkräften erreicht werden.

Zudem scheint die folgende Überlegung gerechtfertigt zu sein: So wie der naive Realismus weder in den meisten populärwissenschaftlichen Beiträgen überwunden wird, so dominiert er (unbewusst) den traditionellen Physikunterricht der Sekundarstufe I und seine Medien (Lehrbücher, Lernprogramme) (vgl. Mikelskis-Seifert 2002, S. 31). Dieser beinhaltet ein Modellverständnis, das Modelle als skalierte Abbilder der Wirklichkeit auffasst. Denn Verständnis über die moderne Physik und ihre Denkweisen (und damit den tentativen, hypothetischen und subjektiven Charakter naturwissenschaftlicher Modelle) haben nach wie vor nur partiell in den Physikunterricht der Sekundarstufe II Eingang gefunden.

Modellverständnis in der Schule

Die Forderung, das Modelldenken nicht nur im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern, besteht seit vielen Jahren (siehe Stachowiak 1980). Da aber eine geringe Umsetzung eines Lernens über die Natur der Naturwissenschaften festzustellen ist, betrifft dies auch das „Lernen über Modelle“. Ersteres begründen Kircher & Dittmer (2004, S. 4) mit der Komplexität, der prinzipiellen Vorläufigkeit und der geringen Vertrautheit der Lehrer mit der Thematik. Die ersten beiden Gründe scheinen unveränderbar zu sein, sodass das Augenmerk auf dem dritten Defizit fällt. Hier setzen aktuelle Forschungen zur Lehrerbildung als auch zur Curriculumentwicklung an (van Driel & de Jong 2003; Grygier et al. 2004). Zu dem Defizit der geringen Vertrautheit mit dem Thema kommt beim Lernen über Modelle häufig ein sprachliches Missverständnis hinzu. Die Lehrkräfte glauben, bezüglich der Modelle eine angemessene Sichtweise zu vermitteln, wenn sie beispielsweise die Grenzen der Modelle und ihre Entstehungsgeschichte im Unterricht behandeln. Die Behandlung epistemologischer Aspekte, die aus einem „Unterrichten von Modellen“ ein „Unterricht über Modelle“ entstehen ließen, fehlen häufig gänzlich.

Ein möglicher Weg, die Lehrenden an das Thematisieren der Natur der Naturwissenschaften heranzuführen, kann über einen „Unterricht über Modelle“ gelingen. Denn hier kann ausgehend von einem zunächst überschaubaren Gebiet der „Modellproblematik“ in die komplexe Thematik „Wissenschaftsverständnis“ eingestiegen werden. Dies setzt bei den Lehrkräften eine Beschäftigung mit erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Aspekten des Modells und der Modellmethode voraus (Mikelskis-Seifert 2002).

Schlüsselideen eines Physikunterrichts zur Entwicklung von Modellkompetenz

Neben einer theoretischen Einbettung von Modellkompetenz umfasst das Dissertationsvorhaben die theoriebezogene Entwicklung von Unterrichtshinweisen und eine empirische Explorationsstudie zur Entwicklung von Modellkompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. Auf der theoretischen Basis wird sich vor allem am Ansatz von Mikelskis-Seifert (2002) zum „Lernen über Modelle“ orientiert. Sie stellt die Reflexion und Diskussion der Modellbildung in den Mittelpunkt und erreicht am Beispiel der Teilchenvorstellungen bei Lernenden der Klassen 9/10 stabile Lernerfolge. Diese Konzeption wird auf weitere Inhaltsbereiche und die gesamte Sekundarstufe I übertragen und mit einem ausführlicheren Einstieg in die Modellproblematik verbunden. Dieser ist notwendig, da der Unterricht über Modelle vom Ende der Sekundarstufe I auf den Anfang übertragen wird.

Der Unterricht beginnt in der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler, indem sie bei „ihren“ Modellen abgeholt werden. Zunächst stehen Alltagsmodelle (gegenständliche Sachmodelle) im Zentrum der Betrachtung. Das heißt, ihre Eigenschaften und ihr Verwendungszweck (beispielsweise von Modelleisenbahn,

Globus oder Planetensystem) werden erarbeitet. Nach der Behandlung der Alltagsmodelle schließt sich eine Motivation zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Modelle an. Der wesentliche Unterschied zwischen physikalischen Modellen und Alltagsmodellen wird herausgearbeitet. Im Gegensatz zu den alltäglichen Modellen ist das Original bei physikalischen (Denk-)Modellen nicht direkt wahrnehmbar. So sind Modelle eine Konstruktion der Menschen und etwas völlig anderes als die Phänomene, die wir in der Wirklichkeit beobachten können. Um diese beiden Bereiche auseinander zu halten, wird im nachfolgenden Physikunterricht stets in Erfahrungswelt und Modellwelt (siehe Abbildung 1) unterschieden.

<h2>Erfahrungswelt - Die Wirklichkeit</h2>	<h2>Modellwelt - Das Ausgedachte</h2>
<p>“Zur Erfahrungswelt zählen wir alle Wahrnehmungen (wie Sehen, Hören, Schmecken, Fühlen, Riechen), die wir direkt erleben können.“</p> <p>Dazu gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle direkten Wahrnehmungen • Objekte mit Eigenschaften wie Farbe, Form, Temperatur 	<p>“Alle Dinge, die wir nicht direkt wahrnehmen können, gehören zur Modellwelt.“</p> <hr/> <p>Dazu gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Annahmen • Modelle • Idealisierungen

Abbildung 1: Poster zu den Eigenschaften der Welten und deren Trennung

Die beiden Welten werden am Beispiel des „Zauberkastens“ (siehe Abbildung 2) mit den Lernenden charakterisiert. Dies erfolgt, indem die Grenzen der direkten Wahrnehmung erfahren werden und darüber hinaus das Bedürfnis nach Erklärung vergegenwärtigt wird. Der Ausgangspunkt für die Betrachtungen ist die Beschreibung von Gegenständen, die sich in diesem Kasten befinden (Stein, Holzkugel, Styroporplatte, Reagenzglas mit Wasser, Reagenzglas mit Sand, geschwärztes Reagenzglas mit unbekannter Füllung). Die Lernenden erhalten dafür folgenden Arbeitsauftrag: Nehmt die Gegenstände, die sich im Zauberkasten befinden, in die Hand und beschreibt diese! Dabei wird erwartet, dass der Stein, die Kugel, die Styroporplatte und der Sand im Reagenzglas sich leicht identifizieren und beschreiben lassen, da sie Gegenstände aus der Erfahrungswelt sind. Schwieriger wird es, wenn man das Reagenzglas, mit Wasser gefüllt, betrachtet. Was lässt sich in diesem Fall nur beobachten? Was wissen wir mit Sicherheit? Es handelt sich hierbei um ein Reagenzglas, das mit einer durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt wurde. Um zu entscheiden, welche Flüssigkeit sich im Glas befindet, bedarf es weiterer experimenteller Untersuchungen. Ein noch größeres Problem stellt das geschwärzte Reagenzglas dar. Direkt wahrnehmbar sind nur

Geräusche beim Schütteln. Aber was befindet sich im Inneren des Reagenzglas (vgl. Mikelskis-Seifert 2002)?



Abbildung 2: Gegenstände des Zauberkastens (Mikelskis-Seifert & Leisner 2003)

Wenn also die Grenzen der direkten Wahrnehmung erreicht sind, wenn wir nicht weiter hineinschauen können, müssen wir Annahmen machen, Modelle konstruieren. Ein mögliches Experiment soll klären helfen, mit welchen Methoden man zu Vorstellungen einer der Anschauung nicht zugänglichen Wirklichkeit kommen kann: Die Schülerinnen und Schüler versuchen dabei, einen Grundriss der Inneneinteilung einer geschwärzten Box zu entwerfen. Die Informationen können nur aus den Geräuschen gewonnen werden, die beim Rollen einer Kugel, die auf eingeklebte Wände stößt, verursacht werden (vgl. Schaer 1991). Das Erarbeiten und der anschließende Vergleich der individuellen Lösungen soll den Lernenden dabei die wesentlichen Aspekte der naturwissenschaftlichen Modellbildung verdeutlichen: Modelle sind von hypothetischer Natur und nicht ein Abbild der Wirklichkeit. Ein Modell ist etwas Konstruiertes, das von dem jeweiligen Konstrukteur stark beeinflusst ist.

Eigenschaften, die wir bei Objekten der Erfahrungswelt wahrnehmen können, sind anderer Natur als Eigenschaften in der Modellwelt. Die Eigenschaften in der Modellwelt sind nicht wahrnehmbar, sondern werden vom Menschen so festgelegt. Das heißt, wir können in Experimenten nur prüfen, ob das Festlegen bestimmter Eigenschaften in der Modellwelt den Beobachtungen in der Erfahrungswelt widerspricht oder nicht. Und im Rückschluss können wir Eigenschaften der Erfahrungswelt nicht ohne weiteres auf die Modellwelt übertragen. Im weiteren Physikunterricht soll stets zwischen den Welten unterschieden werden. Später werden zu den behandelten Phänomenen und Modellen jeweils Informationen in der Erfahrungswelt und in der Modellwelt betrachtet.



Abbildung 3: Grundidee eines Unterrichts über Modelle (Mikelskis-Seifert 2002)

Da ein Vergleich stets voraussetzt, dass man sich die zu vergleichenden Teile aus der Distanz hinsichtlich ihrer Gemeinsamkeiten und Unterschiede betrachtet, wird bereits in der Einführung auf einer Metaebene „gearbeitet“. Denn hier kommt die Grundidee, die den nachfolgenden Physikunterricht beim Lernen über Modelle prägt, erstmalig zum Tragen (siehe Abbildung 3): die Betonung einer ausführlichen, metakonzeptuellen Reflexion über die Betrachtung in der Erfahrungswelt und in der Modellwelt. Das heißt, es soll ein Bewusstsein für die Existenz dieser zwei Welten und deren Unterschiede am Beispiel verschiedener physikalischer Phänomene und Modelle aufgebaut und gefördert werden.

Die Grundidee wird mithilfe folgender Tätigkeiten in einen „Unterricht über Modelle“ überführt:

1. Diskussion und Reflexion über die Natur der Modelle und den Modellierungsprozess;
2. bewusstes Konstruieren von Modellen für die Beschreibung und Deutung physikalischer Phänomene;
3. prüfen der Modellannahmen auf Tragfähigkeit bzw. Aufzeigen der Modellgrenzen;
4. systematisches Trennen von Erfahrungswelt und Modellwelt.

Empirische Studie zur Modellkompetenz

Auf der Basis der Grundidee und der zentralen Tätigkeiten werden für die Klassenstufen 7 bis 10 Unterrichtsempfehlungen entwickelt und über ein ganzes Schuljahr in allen Klassen eines Gymnasiums erprobt. In jeder Klassenstufe werden in Anlehnung an den Brandenburger Rahmenlehrplan andere Modelle behandelt, so dass die Entwicklung von Modellkompetenz bezüglich verschiedener Modelle untersucht wird. Ein Vergleich zwischen dem Stand an Modellkompetenz nach traditionellem Physikunterricht und nach der Interventionsmaßnahme, bildet dafür die Grundlage (siehe Abbildung 4).

Für die Interventionsmaßnahme zum „Lernen über Modelle“ werden die Lehrkräfte durch Vorträge und anschließender Diskussion geschult. Die Curriculumabschnitte als auch eine Zusammenfassung des Konzepts werden in Lehrerhandreichungen zusammengestellt, die Teilziele für einzelne Themen, mögliche Tätigkeiten und Materialien umfassen (Black Box, Modellkoffer; zweifarbige Poster zur Trennung der Welten; Arbeitsblätter, Folien, kleine Themenposter). Darüber hinaus stand die Autorin mindestens einmal wöchentlich den Lehrkräften zu Gesprächen zur Intervention zur Verfügung.

Juli 2002	Modellkompetenz am Ende des Schuljahres 2001/ 2002- ohne Intervention				
↓	Ende Kl. 6 n = 09	Ende Kl. 7 n = 111	Ende Kl. 8 n = 135	Ende Kl. 9 n = 106	Ende Kl. 10 n = 110
	7 Intervention + neuer Rahmenplan Teilchen- modell	8 Intervention + neuer Rahmenplan Modell der elektrischen Ladung, Modell des elektrischen Feldes	9 Intervention + neuer Rahmenplan Modell Massenpunkt	10 Intervention Modell des Lichts	
	Ende Kl. 7 n = 110	Ende Kl. 8 n = 109	Ende Kl. 9 n = 124	Ende Kl. 10 n = 110	
Juli 2003	Modellkompetenz am Ende des Schuljahres 2002/2003 - mit Intervention				

Abbildung 4: Untersuchungsstruktur zur Modellkompetenz am Ende der Schuljahre

In der zweigeteilten Explorationsstudie werden qualitative und quantitative Methoden der Empirie eingesetzt. Es besteht die Absicht, die Umsetzbarkeit im realen Physikunterricht und im Schulalltag als auch die Zweckmäßigkeit zum Erwerb von Modellkompetenz zu untersuchen. Zur Umsetzung im Schulalltag werden die Fachlehrkräfte für Physik während der Schulung, der Fachlehrerkonferenzen und der Erprobung hinsichtlich ihrer Einstellung, Motivation und ihrer Zusammenarbeit im Fachlehrerkollegium beobachtet. Aus Beobachtungen, Gesprächen und Schülerbefragungen zu Aspekten des Unterrichts über Modelle konnten Lehrercharakterisierungen vorgenommen werden. Ziel ist es, zur Vorbereitung nachfolgender Evaluationsstudien adäquate Interventionsstrategien und Erfolgskriterien zum „Lernen über Modelle“ zu erkunden.

Die quantitativen Methoden sollen die Erfolge bei der Entwicklung von Modellkompetenz in den unterschiedlichen Klassenstufen und Modellen erfassen. Mithilfe von Fragebögen und Multiple-Choice-Aufgaben werden die Kenntnisse (Modelleigenschaften und Modellverständnis) erfasst. Die Fähigkeit das Wissen anzuwenden, wird mit offenen Aufgaben erhoben. Alle Instrumente sind der jeweiligen Klassenstufe angepasst und beziehen sich auf konkrete physikalische Modelle.

Ergebnisse der Untersuchung mit qualitativen Methoden

Als Erfolg der Interventionsmaßnahme wird die Sensibilisierung der Hälfte der Lehrkräfte auf die Modellproblematik und das anhaltende Interesse bei 1/3 der Lehrkräfte, das Konzept zum „Lernen über Modelle“ im weiteren Physikunterricht umzusetzen, angesehen. Als größtes Problem stellt sich die Lehrerschulung

zum Konzept heraus, denn das grundlegende Missverständnis (Es besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen einem „Unterricht mit Modellen“ und einem „Unterricht über Modelle“) wird erst im Laufe der Intervention erkannt. Der Grund für die späte Diagnose des Missverständnisses ist der unzureichende Gedanken- und Wissensaustausch zum Unterrichtskonzept „Lernen über Modelle“ vor der Interventionsmaßnahme. In nachfolgenden Evaluationsstudien zum Konzept muss die „Sprachlosigkeit“ der Lehrkräfte aufgebrochen werden, um eine angemessene Lehrerschulung zu erreichen.

Neben diesem Missverständnis führt die gewählte Form des Interventionsangebotes bei den Lehrkräften nicht zu der erwünschten Motivation, sich mit den Themen der Modellbildung und des Modelllernens auseinander zu setzen. Die Bereitstellung von benötigtem Unterrichtsmaterial durch die Universität, um den Lehrern Arbeit zu ersparen, behindert die Auseinandersetzung mit dem Thema. Ohne eine konkrete Auseinandersetzung mit den Materialien entwickelt sich aber das Modellverständnis der Lehrkräfte nicht weiter.

Die Ergebnisse der Schülerwahrnehmung zu den Häufigkeiten an Aspekten eines „Unterrichts über Modelle“ und der Einschätzung der Lehrkräfte decken sich größtenteils. Außerdem konnte beispielhaft erkannt werden, dass eine Intervention zum „Lernen über Modelle“ sich auf den Unterricht insgesamt auswirkt, wenn bei der Lehrkraft die Motivation zur Veränderung gegeben ist. So nimmt nicht nur die Häufigkeit an Aspekten eines Physikunterrichts über Modelle zu. Im Gegenzug werden Aspekte eines typischen Physikunterrichts weniger.

Ergebnisse der Untersuchung mit quantitativen Methoden

Die Einzelauswertung der mit den genannten Instrumenten erhobenen Daten dient der ersten Orientierung über die Lernerfolge der Interventionsmaßnahme. Bedeutsam war dabei, eine statistische Methode zu finden, die die Ergebnisse der einzelnen Instrumente in der Zusammenschau berücksichtigt. Denn nur bei Lernenden, die in Fragebogen, Multiple-Choice-Aufgaben und offenen Aufgaben gut bis sehr gut abschneiden, kann von einer Modellkompetenz gesprochen werden. Darüber hinaus stellt sich die Frage nach weiteren Leistungsprofilen der Modellkompetenz. Dies kann mittels Latent-Class-Analyse (LCA) erreicht werden. Das Ergebnis der LCA für die 8. Klasse belegt zwei Dinge (siehe Abbildung 5). Erstens gibt es keine Gruppe von Schülerinnen und Schülern, denen eine Modellkompetenz zugesprochen werden kann. Es gibt kein Antwortprofil, in welchem Lernende in allen Bereichen ein angemessenes Wissen und Können nachweisen. Zweitens können die gefundenen Antwortprofile nach der Leistung unterschieden werden. Die Kennwerte des Antwortprofils 3 sind bis auf den Anwendungsbereich stets höher als die der beiden anderen Profile.

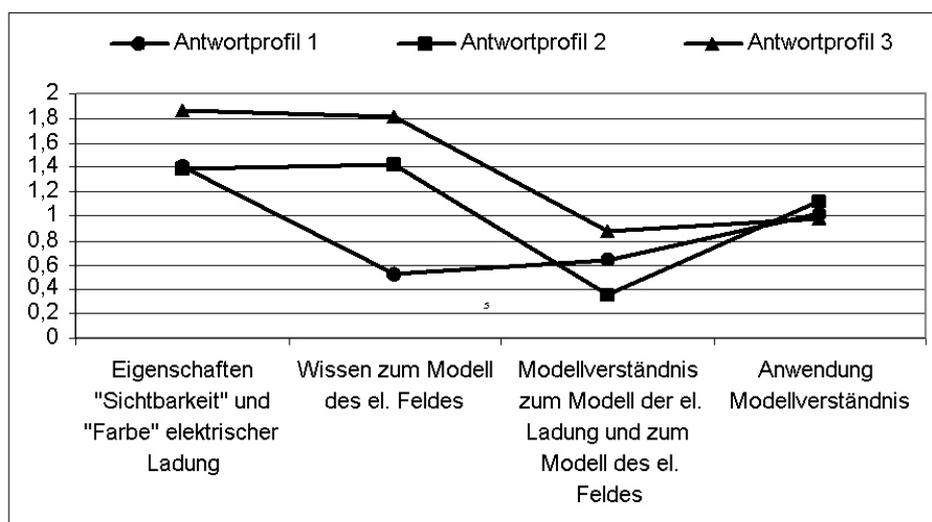


Abbildung 5: Typische Antwortprofile für die 8. Jahrgangsstufe

Antwortprofil 1 (Linie mit Kreisen): SchülerInnen dieses Antwortprofils haben ein „fast angemessenes“ Wissen zu den Eigenschaften „Sichtbarkeit“ und „Farbe“ der elektrischen Ladung. Ihr Wissen zum Modell des elektrischen Feldes ist unangemessen, ihr Modellverständnis ist mit „sehr unsicher“ zu bezeichnen. Die Anwendung des Modellverständnisses zum Lösen der offenen Aufgaben liegt ebenfalls im „unsicheren“ Bereich.

Antwortprofil 2 (Linie mit Quadraten): SchülerInnen dieses Profils verfügen sowohl über ein „angemessenes“ Wissen zu den Modelleigenschaften der elektrischen Ladung als auch zum elektrischen Feld. Ihr Modellverständnis hingegen ist „unangemessen“. Sie verstehen elektrische Ladungen und Felder auf der gleichen Realitätsebene wie Bäume. Sie können als naive Realisten gekennzeichnet werden. In den Anwendungsaufgaben zum Modellverständnis zeigen sie Unsicherheit.

Antwortprofil 3 (Linie mit Dreiecken): Lernende mit diesem Antwortprofil verfügen vergleichsweise über das beste deklarative Wissen. Vor allem bei den Eigenschaftsmerkmalen der Modelle in der Elektrostatik weisen sie hohe Kennwerte auf. Sie sind im Anwendungsbereich zum Modellverständnis ebenso „unsicher“ wie die übrigen SchülerInnen. Dennoch liegt ihr Modellverständnis auf einem höheren Level als das der SchülerInnen der Profile 1 und 2.

Als Gemeinsamkeit der drei Profile fällt die Unsicherheit in der Anwendung des Modellverständnisses auf. Dies kann damit erklärt werden, dass das Modellverständnis in keinem der Profile über ein unsicheres Niveau hinauswächst. So liegt die Vermutung nahe, dass erst bei einem angemessenen Modellverständnis dieses auch entsprechend angewendet werden kann. Zudem stehen die Unterschiede im Wissen zu den Eigenschaften der untersuchten Modelle hervor. Insgesamt haben SchülerInnen des leistungsstärksten Profils die Grundlagen einer Modellkompetenz in der Elektrostatik entwickelt. Die Lernenden der beiden anderen Gruppen unterscheiden sich vor allem in ihrem Wissen zum elektrischen Feld.

Das erste Profil kann als typisch für einen traditionellen Unterricht betrachtet werden. Die Kennwerte zu den Eigenschaften sind im „angemessenen“ Bereich, das Modellverständnis hingegen „unangemessen“. Das zweite Profil erklärt sich, wenn das Fördern des Modellverständnisses zu Lasten des deklarativen Wissens zum elektrischen Feld geht. Es besteht daher die Vermutung, dass die Mehrheit der Lernenden nach einem traditionellen Unterricht dem ersten Profil zuzuordnen sind. Nach der Interventionsmaßnahme sollten vergleichsweise mehr SchülerInnen dem leistungsstärksten Profil zugerechnet werden.

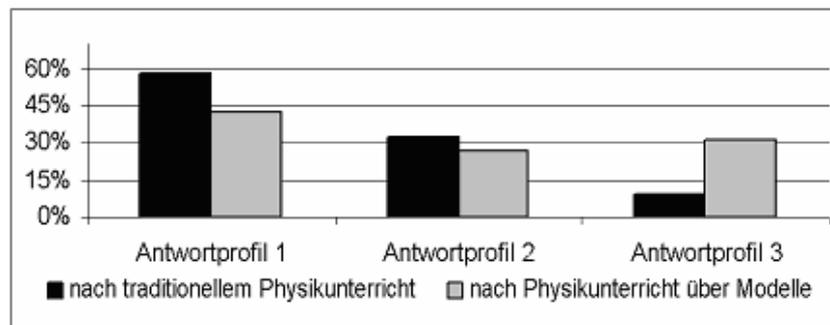


Abbildung 6: Verteilung der Probanden auf die typischen Antwortprofile

Die Schülerverteilung auf die Profile unterscheidet sich nach einem traditionellen Unterricht laut u-Test hoch signifikant von der Verteilung nach einem „Unterricht über Modelle“ (siehe Abbildung 6). Nach einem traditionellen Unterricht gehört die Mehrheit der Lernenden den leistungsschwächeren Profilen 1 und 2 an. Im Ergebnis eines „Unterrichts über Modelle“ sind im leistungsstärksten Profil deutlich mehr Lernende zu finden. Also werden nach der Intervention durchschnittlich gesehen höhere Kennwerte im deklarativen Wissen erzielt. Jeder dritte Lernende hat durch die Interventionsstudie die Grundlagen einer Modellkompetenz zur Elektrostatik entwickelt.

Hypothesen zur Entwicklung von Modellkompetenz

Die Ergebnisse der qualitativen und der beispielhaft vorgestellten quantitativen Exploration werden in Beziehung gesetzt und daraufhin Bedingungen zur Entwicklung von Modellkompetenz auf theoriebasierter Grundlage generiert. Die Hypothesen müssen in weiteren Studien explizit untersucht werden.

- Domänenübergreifende Modellkompetenz entwickelt sich auf der Basis domänenspezifischer Modellkompetenz (zu mehreren Modellen).
- Ausschlaggebend ist die Kompetenz der Lehrkraft (Fachwissen, Wissenschaftsverständnis, didaktisches Wissen, Problembewusstsein zum Anwenden von Modellen und Modellbildung, Interesse, Motivation).
- Schlüsselstellen des „Unterrichts über Modelle“ sind: Vermittlung des hypothetischen Charakters der naturwissenschaftlichen Modelle und eine explizit stattfindende Reflexion und Diskussion der Modellbildung und Modellnutzung.
- Modellverständnis zum Teilchenmodell und den Modellen in der Elektrostatik können Lernende bereits im Anfangsunterricht bzw. in der 8. Klassenstufe entwickeln (bei Umsetzung der Schlüsselstellen).

Weitere Erkenntnisse konnten durch den Vergleich der Entwicklung einzelner domänenspezifischer Modellkompetenzen gewonnen werden. So bestehen deutliche empirische Hinweise darauf, dass bei allen untersuchten Modellen die größte Lernschwierigkeit in der Anwendung der Modelle besteht. Beim Teilchenmodell und den Modellen in der Elektrostatik fehlt es im Bereich der Kenntnisse vor allem an einem angemessenen Modellverständnis. Beim Modell Massenpunkt fehlt das deklarative Wissen zu den Eigenschaften und der Funktion.

Literatur:

- Bortz, J. & N. Döring (1995²): *Forschungsmethoden und Evaluation für Sozialwissenschaftler*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Carey S., R. Evans, M. Honda, E. Jay & Ch. Unger (1989): "An Experiment is when you try it and see if it works": a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, Vol. 11, special issue, pp 514–529.
- Carey, S. & C. Smith (1993): On understanding the nature of science knowledge. *Educational Psychologist*, 28, pp 235-251.
- Driver R., Leach J., Millar R. & P. Scott (1996): *Young Peoples's Images of Science*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Fischler H. & J. Peuckert (1999): Stabilität und Ausprägung der im Physik- und Chemieunterricht der Sekundarstufe I erworbenen Wissensstrukturen im Bereich des Atombegriffs. URL: <http://www.physik.fu-berlin.de/~fischler/Bericht%20DFG.pdf>. [Stand 2004-07-06]
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & C. Smith (1991): Understanding Models and the Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. In: *Journal of Research in Science Teaching*. 28, 9, 799–822.
- Grygier, P., Günther, J. & E. Kircher (Hrsg.) (2004): *Über Naturwissenschaften lernen. Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule*. Baldmannsweiler: Schneider Verlag.
- Günther, J., Grygier, P., Kircher, E., Thoermer C. & B. Sodian (2003): Epistemologische Überzeugungen von SchülerInnen und LehrerInnen. In: A. Pitton (Hrsg.), *Außerschulisches Lernen in Physik und Chemie. Jahrestagung der GDGP in Flensburg 2002*. Münster, Hamburg, London: LIT.
- Justi, R.S. & J.K. Gilbert (2002a): Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, vol. 24, No. 4, pp 369-387.
- Justi, R.S. & J.K. Gilbert (2002b): Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of science education*, vol. 24, No. 12, pp 1273-1292.
- Justi, R.S. & J.K. Gilbert (2003): Teachers' view on the nature of models. *International Journal of science education*, vol. 25, No. 11, pp 1369-1386.
- Kircher, E. (1995): *Studien zur Physikdidaktik: Erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Grundlagen*. Kiel: IPN.
- Kircher, E., Girwitz, R. & P. Häußler (2000): *Physikdidaktik. Eine Einführung in Theorie und Praxis*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg Verlag.
- Kircher, E. & A. Dittmer (2004): Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften – ein Überblick. In C. Hößle, D. Höttecke, & E. Kircher (Hrsg.), *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*, S. 2–22. Baltmannsweiler: Schneider Verlag.

- Lederman, N. G. (1999): Teacher's Understanding of the Nature of Science and Classroom Practice: Factors That Facilitate or Impede the Relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 36, No. 8, pp 916–929.
- Lichtfeldt, M. (1992): Schülervorstellungen in der Quantenphysik und ihre möglichen Veränderungen durch Unterricht. Essen: Westarp Wissenschaften.
- Meyling, H. (1990): Wissenschaftstheorie im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. Das wissenschaftstheoretische Vorverständnis und der Versuch seiner Veränderung durch expliziten wissenschaftstheoretischen Unterricht. Dissertation an der Universität Bremen.
- Mikelskis-Seifert, S. (2002): Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. Ein Unterricht über Modelle. Berlin: Logos Verlag.
- Mikelskis-Seifert, S. und A. Leisner (2003): Das Denken in Modellen fördern. Ein Unterrichtsbeispiel zur Entwicklung von Teilchenvorstellungen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, Heft 74, 14. Jahrgang, S. 32–34.
- Schaer, M. (1991): Einführung in den Modellbegriff im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. K.H. Wiebel (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Beitragsband zur Tagung in Weingarten 1990, S. 183–185. Alsbach/Bergstraße: Leuchtturm-Verlag.
- Sodian, B., Thoerner, C., Kircher, E., Grygier, P. & J. Günther (2002): Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45. Beiheft: Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer und naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen, S. 192–206. Weinheim und Basel: Beltz.
- Stachowiak, H. (Hrsg.) (1980): Modelle und Modelldenken im Unterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Van Driel, J. H. & N. Verloop (1999): Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, vol. 21, No. 11, pp 1141-1153.
- Van Driel, J. H. & O. de Jong (2003): Investigating the development of teachers knowledge of models and modelling in science. Paper presented at the 4th ESERA Conference, Noordwijkerhout 2003.
- Vosniadou, S. & C. Ioannides (1998): From a conceptional development to science education. A psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20, 10, pp 1213–1230.

Untersuchungen zur orthographischen Kompetenz von Abiturientinnen und Abiturienten im Land Brandenburg

Christian Pießnack & Adelbert Schübel

1. Einleitung

Die große Mehrheit der Kinder, die aus der Schule entlassen werden, haben ihr Ziel im Deutschen bei weitem nicht erreicht. Sie sind weder imstande orthographisch richtig zu schreiben, noch grammatisch richtig zu sprechen (Lange 1910). Diese Meinung eines Volksschulrektors (1905) ist fast 100 Jahre alt. Die Industrie- und Handelskammer Saarbrücken klagt 1938 über die „oft bodenlose Orthographie“ ihrer Prüflinge (Ingenkamp 1967, S. 17).

Die Klagen sind aktueller denn je, trotz vielfach geänderter und vervollkommener Lehr- und Lernmethoden und trotz intensiven Übens in der Schule. Immer wieder wird von der Öffentlichkeit die Forderung an die Schule gestellt, endlich zu reagieren, um diesem Trend der sich ständig verschlechternden Leistungen Einhalt zu gebieten. Vielfach werden die Deutschlehrerinnen und Deutschlehrer sogar aufgefordert, zu den alten, traditionellen Methoden des Rechtschreibunterrichts zurückzukehren. Aber die waren, wie die beiden Zitate zeigen, offensichtlich auch nicht besser.

Es scheint so, als ob die Klagen von Generation zu Generation weitergegeben werden. Die ältere Generation kritisiert die Leistungen der jeweils nachfolgenden.

Mit großer Regelmäßigkeit tauchen auch in der Gegenwart in den deutschen Medien Berichte und Untersuchungsergebnisse auf, die, wie z. B. die Berichte über die Eingangsprüfungen der IHK, den Verfall der Leistungen in Deutsch, insbesondere in der Rechtschreibung, dokumentieren sollen. Selbst in fachdidaktischen Zeitschriften sind solche Beiträge zu finden. „Immer mehr Schülerinnen und Schüler haben ausgeprägte Schwierigkeiten beim Lesen, Schreiben und Rechtschreiben“, klagt Ingrid Nägele in ‚Praxis Deutsch‘ (2001, 166, S. 52). In dieser Situation ist zu fragen, ob es sich tatsächlich nur um eine Art Generationenkonflikt handelt oder ob die Problematik nicht viel komplexer gesehen werden muss. Letzteres scheint der Fall. Leistungsvergleiche über Generationen scheitern vielfach an der ungenügenden Berücksichtigung objektiver Vergleichsdaten (vgl. Brügelmann 2003, S. 72).

Wer die Leistungen von Gymnasiasten heute (ca. 35 – 50% eines Jahrgangs) mit denen von vor 50 Jahren (ca. 10-15% eines Jahrgangs) vergleichen will, steht vor großen forschungsmethodischen Schwierigkeiten in Bezug auf die Validität der Vergleichsdaten (vgl. hierzu auch Menzel 1985, S. 4). Berücksichtigung finden müssten auch die unterschiedlichen sprachlichen und medialen Anforderungen, die an Schüler früher und heute gestellt wurden bzw. werden. Diese Anforderungen waren noch nie so hoch wie gegenwärtig und sie werden wahrscheinlich kontinuierlich steigen. Und so könnte vermutet werden, dass sich auch das

Sprachvermögen der Heranwachsenden vermeintlich nicht verschlechtert, sondern sogar eher gesteigert hat. Auch der aktive und passive Wortschatz, der von der heutigen Generation beherrscht werden muss, hat sich beträchtlich geändert und um ein Vielfaches erweitert.

Berücksichtigt werden sollten auch die mit der kommunikativen Wende Ende der 60'er Jahre verbundenen Veränderungen im Hinblick auf die Ziele des Deutschunterrichts im Allgemeinen und des Rechtschreibunterrichts im Besonderen. An die Stelle des „guten Deutsch in Wort und Schrift“ rückte die „kommunikative Kompetenz“. Die systematische Rechtschreibschulung wurde zugunsten der Ausbildung einer komplexen sprachlichen Handlungsfähigkeit aufgegeben, d.h., die Rechtschreibung wurde in andere Lernbereiche integriert.

Die Rahmen(lehr)pläne weisen daher (in der Regel) bis heute den unteren Klassen die Rechtschreibung zu. Ab Klasse 9 findet, wenn überhaupt, zumeist nur eine punktuelle und sporadische Beschäftigung mit Orthographie statt. Und in Bezug auf Anforderungen an die grammatisch-orthographische Normrichtigkeit der Schülertexte muss erstaunlicherweise konstatiert werden, dass die Bewertungskriterien mit steigender Klassenstufe immer großzügiger werden.

Demgegenüber hält sich in einer breiten Öffentlichkeit die Hochschätzung orthographischer Kompetenz.

„Das unangemessen hohe Ansehen der Rechtschreibung hat mehrere Gründe. Sie hängt mit der Definition nationaler Identität durch die gemeinsame Sprache [...] ebenso zusammen wie mit der Erfahrung des ständigen Wandels aller Einrichtungen und Werte in der modernen Gesellschaft, die den Menschen angst macht und die sie sich deshalb umso fester an die Regeln klammern läßt, die sie unveränderbar wünschen“ (Eisenberg et al. 1994, S. 15).

Nicht selten wird das Niveau orthographischer Kompetenz – wir meinen damit die Realisierung einer sprachlichen Äußerung in einer vorher festgelegten Form, damit Schrift für Leser rekonstruierbar und deutbar wird (vgl. Hanke 2003, S. 791) – mit dem Grad der Intelligenz in Verbindung gebracht. Das mag auch ein Grund sein, weshalb Personalchefs deutscher Firmen Bewerbungen mit Rechtschreibfehlern in den meisten Fällen sofort aussortieren.

Außerdem sind orthographische Normen auf Grund fester Vereinbarungen in den meisten Fällen relativ gut nachprüfbar. Abgesehen von einigen Variantenschreibungen kann demzufolge nur auf „richtig“ oder „falsch“ entschieden werden. Das ist für Lehrende nicht unerheblich, weil die Einschätzung der Rechtschreibleistung einen „Hort der Objektivität“ (Eisenberg et al. 1994, S. 15) darzustellen scheint.

Damit diese Anmerkungen nicht missverstanden werden, wollen wir an dieser Stelle noch einmal betonen, dass wir die Ausbildung einer soliden Rechtschreibsicherheit für wichtig erachten. Orthographische Kompetenz ist nun einmal ein unerlässlicher Bestandteil, um an Schriftkultur mündig teilnehmen zu können, und die Einheitlichkeit der Rechtschreibung halten wir nach wie vor für ein wertvolles Kulturgut, für das es sich für alle Schreiber lohnt, Mühe aufzubringen, um eine gute Lesbarkeit der geschriebenen Texte zu gewährleisten.

2. Anliegen der Untersuchung

Wir wollen an Hand empirischer Untersuchungen zur orthographischen Kompetenz von Abiturientinnen und Abiturienten der Frage nachgehen, ob die in der Einleitung beschriebenen Klagen über Rechtschreibleistungen deutscher Schülerinnen und Schüler eine Berechtigung haben. Gleichzeitig soll auch über Ergebnisse einer kleineren Untersuchung zur Rechtschreibsicherheit von Achtklässlern informiert werden.

Hierzu wurden Abituraufsätze des Fachs Deutsch sowie Diktate und Aufsätze von Schülerinnen und Schülern der Klasse 8 hinsichtlich der orthographischen Fehler analysiert.¹ Es wird herauszustellen sein, in welchen Bereichen Fehlerschwerpunkte liegen und wie diese gedeutet werden können. Zudem wird aufzuzeigen sein, welchem Maß die orthographischen Leistungen von Schülerinnen und Schülern, die die allgemeine Hochschulreife erreicht haben, insgesamt entsprechen. In diesem Zusammenhang bot sich auch im Rahmen des Möglichen an, erste vorsichtige Erkundungen über eine Internalisierung der neuen Rechtschreibung einzuholen.

Unsere Untersuchungen lehnen sich in ihrem Design im Wesentlichen an die repräsentative Analyse von Zimmermann & Riehme (1986) an, so dass Gegenüberstellungen möglich sind.

3. Zur Untersuchung von Zimmermann & Riehme

Zimmermann und Riehme wählten insgesamt 12.440 schriftliche Schülerarbeiten der Klassenstufen fünf bis zehn für ihre Studie aus.

Um das Gütekriterium der Objektivität zu gewährleisten, sollten Texte einbezogen werden, die zum einen dem Sprachgebrauch der jeweiligen Jahrgangsstufe entsprachen und zum anderen Orthogramme in möglichst normaler Verteilung enthielten. Etwa ein Viertel der Arbeiten waren thematisch gebundene Aufsätze, die restlichen 75% Diktate, in denen die Lernenden „unausweichlich zur Bewältigung der vorgegebenen orthographischen Schwierigkeiten veranlaßt“ wurden. Die Aufsätze erwiesen sich hierbei als besonders geeignet, da sie der „realen kommunikativen Praxis am nächsten“ kommen (ebd., S. 9).

Bedingt durch die Größe der Stichprobe wurden insgesamt 2.241.042 Wörter analysiert und 105.000 Fehlschreibungen herausgefunden.

Im Kontext der Ergebnisse der Studie, die in Tabelle 1 zusammengefasst sind, treffen Zimmermann & Riehme folgende Feststellungen. Für die Interpunktion muss konstatiert werden, dass diese „ausnahmslos in allen Klassenstufen an der Spitze“ steht. Als Ursachen werden hierfür angegeben, dass in den steigenden Klassenstufen immer kompliziertere syntaktische Strukturen verwendet werden

¹ Grundlage des hier veröffentlichten Beitrags sind drei Examensarbeiten, die an der Universität Potsdam im Zusammenhang der Ersten Staatsprüfung für Lehrämter im Arbeitsbereich Didaktik der deutschen Sprache angefertigt wurden: Gerling (2003); Pießnack (2003) und Seidel (2002).

und eine ausreichende unterrichtliche Behandlung zu dieser Thematik noch nicht realisiert werden konnte (vgl. ebd., S. 11).

In der als Längsschnittuntersuchung angelegten Studie wurden von Zimmermann & Riehme – bezogen auf die einzelnen Klassenstufen – steigende, sinkende und gleich bleibende Fehlerhäufigkeiten herausgestellt:

- Steigende Fehlerhäufigkeiten bei der Interpunktion, der Getrennt- und Zusammenschreibung und dem Umgang mit das oder daß;
- sinkende Tendenzen bei der Bezeichnung von Vokalquantitäten und dem Umgang mit den Konsonanten b, d, g – p, t, k;
- keine Unterschiede bei dem Umgang mit der s-Schreibung.

Für die Veränderungen innerhalb der Längsschnittbetrachtungen benennen die Autoren verschiedene Gründe. So resultieren steigende Tendenzen aus der Tatsache, dass mit zunehmendem Alter die Denkleistungen komplexer werden und sich dies in komplexeren sprachlichen Äußerungen zeigt, wodurch die grammatisch-orthographischen Anforderungen zunehmen. Sinkende Tendenzen zeigen sich überall dort, wo die Schülerinnen und Schüler mit zunehmendem Alter über mehr Sicherheit im Umgang mit dem sprachlichen Material verfügen. Gleichbleibende Fehlerhäufigkeiten treten dann auf, wenn der zunehmende Schwierigkeitsgrad parallel zur wachsenden Beherrschung verläuft (vgl. Zimmermann & Riehme 1986, S. 11).

Tabelle 1: Absoluter und relativer Anteil der Fehlerkategorien an der Gesamtzahl der Fehlschreibungen in der Studie von Zimmermann & Riehme (1986, S. 20)

Fehlerkategorie	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
1. Interpunktion	26863	25,58
2. Phonem-Graphem-Beziehung	23423	22,31
3. Groß- und Kleinschreibung	17255	16,43
4. Elementare Fehler/ "Flüchtigkeitsfehler"	12060	11,49
5. Affixe, Flexionsformen	10533	10,03
6. Getrennt- und Zusammenschreibung	5198	4,95
7. Fremdwörter	4486	4,27
8. das - daß	4382	4,17
9. Silbentrennung	800	0,76
Gesamt	105000	100,00

In Bezug auf die Geschlechterspezifität geben Zimmermann & Riehme zu verstehen, dass die Mädchen durchgängig weniger orthographische Fehlschreibungen vollziehen als dies bei den Jungen der Fall ist. Anlässe für diese Erscheinung werden im unterschiedlichen Reifetempo zwischen Jungen und Mädchen in der Mittelstufe, im divergenten Sozialverhalten und ferner in der Leistungsprävalenz in sprachlichen und musischen Fächern angenommen (vgl. ebd. S. 13).

4. Unser Untersuchungsdesign

Ebenso wie in der Studie von Zimmermann & Riehme geht es in der vorliegenden Untersuchung um das Erfassen und Klassifizieren von verschiedenen Fehlerarten und deren Häufigkeiten. Beide Wissenschaftler machten bereits 1986 darauf aufmerksam, dass es nötig wäre, die orthographische Kompetenz von Erwachsenen zu untersuchen. Ihre Arbeit konnte dies nicht leisten. Sie hielten es jedoch für äußerst wichtig, die Orthographiekompetenz „nach Abschluß der systematischen muttersprachlichen Bildung und Erziehung“ zu untersuchen (vgl. ebd., S. 4). Seither ist auf diesem Gebiet wenig passiert, was einen wichtigen Anlass bot, eine Gruppe von älteren Schreiberinnen und Schreibern zu untersuchen. Dabei stützen wir uns auf die Tendenzen der neueren Forschung, welche die Auffassung vertritt, dass der Prozess der Herausbildung einer Rechtschreibkompetenz nicht in den ersten Schuljahren abgeschlossen wird. Vielmehr scheint es sich um eine Entwicklung zu handeln, bei der ein Ende kaum ausgemacht werden kann (vgl. Eisenberg & Feilke 2001, S. 12f.). So bilden sich erwachsene Schreiberinnen und Schreiber hinsichtlich ihrer Orthographieleistungen stets weiter, sofern in einem höheren Alter (viel) geschrieben wird. Daher kann bei der vorliegenden Untersuchung vermutet werden, dass bei den Abiturientinnen und Abiturienten keine vollständig ausgeprägte orthographische Kompetenz vorhanden ist.

Unsere Zielstellungen vertiefend betrachtend, soll es im Folgenden zuerst um das Auflisten der einzelnen Fehlerschwerpunkte gehen. Es interessiert vor allem, wie viele Fehler überhaupt gemacht wurden und wie sich die einzelnen Fehlerschwerpunkte relativ und absolut auf die Gesamtfehlerzahl verteilen. Darüber hinaus wird nach Ursachen für einzelne Fehlschreibungen zu fragen sein. Dies scheint gerade vor dem Hintergrund der Verbesserung der orthographischen Leistungen relevant zu sein. Des Weiteren soll ermittelt werden, welchem Maß die orthographischen Leistungen der Abiturientinnen und Abiturienten entsprechen. Allerdings verzichten wir auf einen detaillierten Vergleich zwischen den Schulen und zwischen den Geschlechtern.

4.1. Methodisches Vorgehen

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde sowohl eine quantitative als auch eine qualitative Analyse der orthographischen Leistungen angestrebt. In Bezug auf die quantitative Untersuchung sind vor allem Aspekte wie relative und absolute Häufigkeiten der einzelnen Fehlschreibungen an der Gesamtfehlerzahl oder die Fehlerquotienten zu nennen. Für den qualitativen Teil sind in erster Linie Aussagen zum Geschlecht und zur Schreibung verschiedener Orthogramme von Relevanz.

In Bezug auf den Kategorisierungsschlüssel fiel die Wahl auf eine gegenständlich-deskriptive Fehleraufschlüsselung (vgl. Riehme 1986, S. 54f.). Dabei fand eine weitgehende Orientierung am Kategoriensystem von Zimmermann &

Riehme statt. So wurden die neun Hauptfehlerschwerpunkte und deren weiterführende Differenzierung übernommen:

1. Interpunktion
2. Phonem-Graphem-Korrespondenz
3. Groß- und Kleinschreibung
4. Elementare Fehler und „Flüchtigkeitsfehler“
5. Wortbildung und Flexion
6. Getrennt- und Zusammenschreibung
7. Fremdwörter
8. Schreibung von das – dass
9. Worttrennung am Zeilenende

Bedingt durch den Materialkorpus und die Fehler, die darüber hinaus aufgetreten sind, wurde eine zehnte Kategorie hinzugefügt:

10. Sonstige Fehler

4.2. Die Untersuchungsgruppe der Abiturientinnen und Abiturienten

Die Untersuchungsgruppe setzt sich aus 333 Schülern (250 weiblichen, 83 männlichen) zusammen, die in den Jahren 2000 bis 2002 die Abiturprüfungen an sieben verschiedenen Schulen im Land Brandenburg abgelegt haben.² Dabei ist allen Schülern gemein, dass sie mindestens 13 Jahre lang eine allgemeinbildende Schule besuchten.

Ein Großteil der Arbeiten sind Leistungskursaufsätze (82,9%). Bedingt durch diesen großen Anteil am Gesamtkorpus wird auf eine weitere Differenzierung hinsichtlich der Kurszugehörigkeit verzichtet. Unterstützung findet diese Vorgehensweise auch in der Analyse der einzelnen Arbeiten. Hierbei zeigte sich, dass die orthographischen Leistungen der Grundkursschüler nicht wesentlich von denen der Leistungskursschüler divergieren.

4.3. Das Materialkorpus

Anders als bei Zimmermann und Riehme wurde in der vorliegenden Untersuchung nur eine Textsorte zur Analyse herangezogen. Grundlage waren Abituraufsätze im Fach Deutsch. Zwei grundlegende Aspekte motivierten die Wahl dieses Analysegegenstandes. Auf der einen Seite kann ein thematisch gebundener Aufsatz eine reale kommunikative Situation am besten widerspiegeln (vgl. Zimmermann & Riehme 1986, S. 9). Andererseits ist zu berücksichtigen, dass Diktate in der Sek. II kaum geschrieben werden, so dass hier keine oder nur eine unzureichende Materialbasis zur Verfügung gestanden hätte.

Insgesamt hat das Materialkorpus einen Umfang von 333 Aufsätzen. Dabei reichten die Wortzahlen bei den Schülerinnen von 760 bis 3.157 und bei den

² Von den 333 Schülerinnen und Schülern entstammen 146 Items der Untersuchung von Seidel (2002) und 187 Items der Untersuchung von Pießnack (2003). Seidel untersuchte Abiturientinnen und Abiturienten des Jahrgangs 2001 in fünf verschiedenen Schulen, wohingegen Pießnack Schüler von nur zwei Schulen heranzog. Dabei wurden jedoch drei aufeinander folgende Jahrgänge (2000 bis 2002) berücksichtigt.

Schülern von 630 bis 3.231 Wörter. Daraus ergeben sich eine Gesamtwortzahl von 517.143 und eine durchschnittliche Wortzahl von 1.553.

5. Darstellung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse

5.1. Allgemeine Auswertung hinsichtlich der Fehlerschwerpunkte und der Fehlerquotienten

Nach der Analyse der 333 Aufsätze mit insgesamt 517.143 Wörtern wurden 9.169 Fehlschreibungen festgestellt. Die Tabelle 2 gibt über die absoluten und relativen Anteile Aufschluss:

Tabelle 2: Absoluter und relativer Anteil der Fehlerkategorien an der Gesamtzahl der Fehlschreibungen

Fehlerkategorie	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
1. Interpunktion	4295	46,84
2. Phonem-Graphem-Beziehung	684	7,45
3. Groß- und Kleinschreibung	972	10,55
4. Elementare Fehler/ "Flüchtigkeitsfehler"	812	8,86
5. Affixe, Flexionsformen	677	7,38
6. Getrennt- und Zusammenschreibung	480	5,24
7. Fremdwörter	130	1,48
8. das - dass	564	6,15
9. Worttrennung am Zeilenende	100	1,09
10. Sonstige Fehler	455	4,96
Gesamt	9169	100,00

Mit knapp 47 % und einem absoluten Anteil von 4.295 Fehlern dominiert die Interpunktion die Fehlerstatistik. Damit wird einmal mehr auf die Relevanz der Thematisierung der Zeichensetzung im Unterricht verwiesen. Wie herauszustellen sein wird, liegen die größten Schwierigkeiten bei der Kommasetzung vor. Der Umgang mit den weiteren Interpunktionszeichen wird weitgehend beherrscht.

Auch wenn die weiteren Kategorien mit großem Abstand folgen, sind die absoluten Fehlerzahlen nicht unerheblich und bedürfen ebenso einer näheren Untersuchung.

Die Tabelle 2 bietet lediglich einen Einblick in die Gesamtverteilung der Fehlschreibungen. In der Untersuchung wurde jedoch weiterhin nach Geschlecht, Jahrgang und Schule differenziert. Dabei zeigt sich, dass die relative Verteilung der einzelnen Fehlerschwerpunkte kaum variiert. An erster Stelle steht jeweils die Interpunktion. Vereinzelt liegt deren Anteil jedoch noch höher und macht dann sogar bis zu 58 % der Gesamtfehler aus. Selbst wenn sich die Gesamtfehlerzahlen der Schulen stark voneinander unterscheiden, ist auch hier die relative Verteilung der einzelnen Fehlerkategorien fast gleich. Die Dominanz der Fehlerkategorie I ist dabei unverkennbar, wobei es zuweilen zu Verschiebungen in der Hierarchie der anderen Fehlerschwerpunkte kommen kann.

Anders als bei der relativen Verteilung lassen sich bei der absoluten Verteilung der Fehlschreibungen zwischen den Schulen enorme Unterschiede feststellen, obgleich die Anzahl der eingebrachten Aufsätze und die Gesamtwortzahlen nur geringere Differenzen aufweisen. In der Tabelle 3 werden anhand der Fehlerquotienten diese erheblichen Abweichungen zwischen den an der Untersuchung beteiligten Schulen deutlich:

Tabelle 3: Fehlerquotienten

	Schule									Schule				
	1	2	3	4	5	6			7	1 - 7				
	Jahrgang 2000/ 2001					Jahrgang			Jahrgang					
	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	199	200	200	Σ	199	200	200	Σ	Σ
						9/	0/	1/		9/	0/	1/		
						200	200	200		200	200	200		
						0	1	2		0	1	2		
weibl.	2,02	1,51	1,06	1,33	0,94	1,42	1,22	1,39	1,34	1,84	2,02	2,67	2,22	1,62
männl.	1,75	1,64	2,19	1,89	1,77	1,84	1,36	1,89	1,76	3,43	2,66	5,93	3,46	2,28
weibl.														
+	1,88	1,58	1,62	1,61	1,36	1,46	1,23	1,52	1,40	2,47	2,11	2,82	2,48	1,77
männl.														

Es lassen sich also nicht nur große geschlechterspezifische Unterschiede feststellen, sondern die zwei verschiedenen Schulformen (Gymnasium/ Gesamtschule) bedingen ebenfalls eine Diskrepanz der Fehlerquotienten. In den absoluten Werten drückt sich dies wie folgt aus: Während die Schülerinnen und Schüler der Gymnasien (Schulen 1 – 6) auf eine Fehlerzahl von 1,46 pro 100 Wörter kommen, weisen die Ergebnisse der Gesamtschule mit GOST (Schule 7) eine durchschnittliche Fehlerzahl von 2,48 pro 100 Wörter auf. Auf eine Ursachenzuschreibung verzichten wir, weil dies den Rahmen der Arbeit erheblich sprengen würde.

Eine durchschnittliche Fehlerzahl von 1,77 auf 100 Wörter kann nicht als zufrieden stellend gewertet werden. Immerhin finden sich (rein rechnerisch) in jedem Aufsatz fast 27 Rechtschreibfehler! In diesem Zusammenhang muss auf eine Erscheinung aufmerksam gemacht werden, die im direkten Kontext mit dem unterrichtlichen Geschehen steht. Wie im Vorfeld bereits verdeutlicht wurde, vollzieht sich die Behandlung orthographischer Schwerpunkte im Deutschunterricht vornehmlich in den unteren Klassenstufen. Als grammatik- und orthographieträchtige Klassenstufen gelten die dritten bis achten. Wer bis dahin das deutsche Schriftsystem nicht begriffen hat, bleibt häufig auf der Strecke, da die Rechtschreibung in den höheren Jahrgängen gar nicht oder nur unzureichend thematisiert wird, so dass Defizite, die in den unteren Klassen nicht überwunden wurden, nun häufig nicht mehr abgebaut werden können. Die Schreibprobleme werden die meisten Betroffenen ein Leben lang begleiten. Der Rechtschreibkurs bedarf daher dringend einer „Streckung“ (vgl. Menzel 1985, S. 3), und zwar bis in die gymnasiale Oberstufe. Erst hier verfügen die Schülerinnen und Schüler über die nötige kognitive Reife und umfangreichere Spracherfahrungen, mit

komplexem sprachlichen Material adäquat umzugehen. Dass sich dabei das Hauptgewicht viel stärker zugunsten einer sprachsystematischen und sprachexperimentellen Reflexion über orthographische Regularitäten und deren Rekonstruktion, über Rechtschreibstrategien und über Regelbildungsprozesse verschieben muss, wird zwar immer wieder diskutiert, hat bisher aber kaum zu entsprechenden Folgerungen, z.B. in den Rahmenplänen, geführt.

Im Kontext der Geschlechterspezifität bleibt anhand des Untersuchungsbefundes weiterhin festzuhalten, dass bei den Schülerinnen in allen Schulen weniger Fehler je 100 Wörter auftraten als bei den Schülern. In der Gesamtheit differiert der Fehlerquotient um 0,66 Fehler auf 100 Wörter – hochgerechnet auf die durchschnittliche Wortzahl pro Aufsatz, bedeutet dies, dass die Schüler im Durchschnitt 10 Fehler mehr als die Schülerinnen machten. So kamen die Schülerinnen im Durchschnitt auf 1,62 Fehler und die Schüler hingegen auf 2,28 Fehler. Diese Tatsache korrespondiert unter anderem mit den einschlägigen Erkenntnissen der Forschung zur unterschiedlichen Leistungsprävalenz in sprachlichen Fächern, die ein divergierendes Merkmal zwischen den beiden Geschlechtern darstellt.

5.2. Auswertung hinsichtlich der einzelnen Fehlerkategorien

Kategorie I – Interpunktion

Wie bereits herausgestellt wurde, dominiert die Fehlerkategorie I „Interpunktion“ mit insgesamt 4.295 Fehlern und einem relativen Anteil von 46,84 % die Untersuchungsstatistik.

Tabelle 4: Absoluter und relativer Anteil der Subklassen an der Kategorie I "Interpunktion"

Subklasse	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
1. zu viel gesetztes Komma	1106	25,75
1. fehlendes Komma in einer Aufzählung ³	56	1,30
2. fehlendes Komma in einer Satzverbindung	345	8,03
3. fehlendes Komma in einem Satzgefüge	2496	58,12
4. sonstige Interpunktionsfehler	292	6,80
Gesamt	4295	100,00

Auffällig erscheint, wie aus Tabelle 4 zu entnehmen ist, dass zwei Subklassen, trotz enormer Unterschiede untereinander, die Statistik innerhalb der ersten Fehlerkategorie anführen. Die restlichen drei Unterklassen nehmen eher einen geringen Anteil ein.

³ In der Untersuchung wurden die Subklassen „Satzverbindungen“ und „Aufzählungen“ getrennt ausgewertet, obwohl sich eine Satzverbindung streng genommen auch den Aufzählungen zuordnen lässt. Unter „Aufzählungen“ verstehen wir im vorliegenden Fall jedoch nicht die gleichrangigen Teilsätze, sondern nur gleichrangige Wörter und Wortgruppen innerhalb von (Teil-)Sätzen.

Bei der Subklasse der zu viel gesetzten Kommata folgen die Schülerinnen und Schüler vermutlich dem Grundsatz, Kommata nach ‚Gefühl‘ zu setzen. Mangelnde Regelkenntnis und wenig zuverlässige Kommatierungsstrategien führen zu einer vermeintlichen Übergeneralisierung, so dass Kommata an allen erdenklichen Stellen gesetzt werden. Den 25,75 % stehen jedoch 67,45 % (Subklassen 2 – 4) gegenüber. In 2.897 Fällen wurde das Komma nicht gesetzt.

Fehlende Interpunktionsstrategien⁴ manifestieren sich auch in der Subklasse „Komma fehlt im Satzgefüge“, die den größten Fehleranteil innerhalb der Kategorie „Interpunktion“ ausmacht. Bei dieser Unterklasse bedurfte es einer feingliedrigeren Unterteilung, welche in der Tabelle 5 deutlich werden soll:

Tabelle 5 - Absoluter und relativer Anteil der Fehlschreibungen in der Subklasse "Komma fehlt im Satzgefüge"

Komma fehlt bei einem.../ einer ...	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
Attributsatz (eingeleitet: <i>der, die, das</i>)	1363	54,61
Subjektsatz	25	1,00
Objektsatz (eingeleitet: <i>dass</i>)	560	22,44
Adverbialsatz	399	15,99
Apposition	149	5,96
Gesamt	2496	100,00

Als eine mögliche Ursache für den hohen Anteil der nicht durch Kommata markierten Attributsätze ist darin zu sehen, dass bei der Verschriftlichung von Satzgefügen der Attributsatz eine herausragende Rolle einnimmt. Er wird wesentlich häufiger als bspw. der Subjekt- oder Objektsatz verwendet. Unterstützt wird diese These auch durch die Tatsache, dass Appositionen, gemessen an der Größe des Materialkorpus, sehr selten verwendet wurden. Daher sind die Fehler in diesem Bereich fast zu vernachlässigen. Besonderes Augenmerk muss jedoch auch auf die Objektsätze gerichtet werden, denn Fehler in diesem Bereich bedingen zahlreiche weitere Fehler im Bereich der Schreibung von *das* – *dass*.⁵

Kategorie II – Phonem-Graphem-Korrespondenz

In die Fehlerstatistik der vorliegenden Untersuchung gehen Fehlschreibungen der Kategorie II mit 7,45 % und einem absoluten Anteil von 684 ein. Damit bewegt sich dieser Schwerpunkt auf Platz fünf. Auch diese Kategorie wurde in Subklassen unterteilt, die in Tabelle 6 mit ihrem absoluten und relativen Anteil verdeutlicht werden:

⁴ Wir sprechen hier von fehlenden Strategien und nicht von mangelndem Regelwissen, da Afflerbach festgestellt hat, dass Regelwissen verstärkt in den Klassen 8 und 9 zum Tragen kommt. Danach sind es die Strategien, nach denen bspw. kommatiert wird. So basiert die Interpunktion bei Abiturientinnen und Abiturienten vor allem auf Routine (vgl. hierzu Afflerbach 1997).

⁵ Über die Bedeutung der Fehler, die im Bereich der Objektsätze gemacht wurden, soll näher informiert werden, wenn es um Deutungsansätze bei den Fehlschreibungen von *das* – *dass* geht.

Tabelle 6: Absoluter und relativer Anteil der Subklassen an Kategorie II "Phonem-Graphem-Korrespondenz"

Subklasse	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
1. Nichtbezeichnung der Vokalquantität	353	51,62
2. Vokalfehler	59	8,62
3. Konsonantenfehler	75	10,96
4. Fehler bei der s-Schreibung	197	28,80
Gesamt	684	100,00

Im Bereich der Vokalquantität erwiesen sich die Fehlschreibungen bei i statt ie bzw. ie statt i als besonders dominant. Hier konnten insgesamt 98 Fehlschreibungen katalogisiert werden, wobei ein großer Teil der Fehler auf den falschen Umgang mit wieder und wider zurückzuführen ist. Die Schülerinnen und Schüler scheinen die semantischen Unterschiede zwischen den beiden Morphemen nicht adäquat wiedergeben und somit verwenden zu können. Am prägnantesten war hierbei das Lexem widerspiegeln, welches von mehr als 20 Schülerinnen und Schülern falsch geschrieben wurde. In der Anzahl wird dieses Lexem von den Fehlschreibungen *widerum und *wiedersprechen gefolgt.

Erstaunlich häufig wurde ebenfalls ein so genanntes Dehnungs-h nach einem Langvokal eingesetzt. Die Zahl der Fehlschreibungen fällt mit einem absoluten Anteil von 57 auf. Als fehlergefährdete Wörter können hier die Lexeme nämlich oder spüren lokalisiert werden, die in wiederholten Fällen mit einem Dehnungs-h nach langem betontem Umlaut geschrieben wurden. Hier mangelt es offensichtlich an Fehlervermeidungsstrategien und orthographischem Wissen. Die Merkhilfe zu nämlich ist nicht präsent, ferner kann die Stammverwandtschaft zu Name nicht herangezogen werden. Auch *spühren ist ein Wissensfehler, denn Wörter mit sp am Silbenanfangsrand haben niemals ein h nach langem Vokal. Den zweitgrößten Anteil in der Kategorie II „Phonem-Graphem-Korrespondenz“ macht die Subklasse „Fehler bei der s-Schreibung“ aus. Mit einem Anteil von 83 Fehlern führt die Untergruppe „ss statt ß“ die Statistik in dieser Subklasse an. Hierbei scheint es sich um einen völlig neuen Fehlertypus zu handeln, der sich erst im Zuge der Neuregelung der Orthographie etabliert hat. Anders können Fehlschreibungen wie *ausserdem oder *heissen nicht erklärt werden.

Die beiden Subklassen „Vokalfehler“ (*Charaktäre, *eingezwengt, *aufwürbeln) bzw. „Konsonantenfehler“ (*geflegt, *Suberlativ, *blindlinks, *entgültig, *wehement) umfassen jeweils Vertauschungen eines bestimmten Graphems durch ein anderes. Viele Fehlschreibungen traten im Bereich „b, d, g statt p, t, k“ auf. Hier lassen sich viele einheimische Lexeme lokalisieren, bei denen sich die Schreiber nicht im Klaren waren, ob der stimmhafte Konsonant oder sein stimmloses Pendant zu verwenden ist. Fehler in diesem Bereich sind charakteristisch für einen Mangel an Fehlervermeidungsstrategien, wie z. B. das Verlängern eines Wortes oder Recherchen in Bezug auf verwandte Wörter.

Kategorie III – Groß- und Kleinschreibung

Die Fehlschreibungen der vorliegenden Kategorie betrachtend, liegen die Schwierigkeiten gerade im Bereich des lexikalischen Prinzips – also bei der Markierung bestimmter Wörter durch große Anfangsbuchstaben. In diesem Kontext sind vor allem, wie die Ergebnisse der Analyse belegen, die fließenden Übergänge vom Substantiv zu anderen Wortarten bzw. von anderen Wortarten zum Substantiv – also Desubstantivierungen und Substantivierungen – problematisch. Die Fehler, die sich auf die syntaktische und textuale Ebene beziehen, nehmen mit einem relativen Anteil von 5,97 % eher eine untergeordnete Rolle ein.

Tabelle 7: Absoluter und relativer Anteil der Fehlschreibungen in der Fehlerkategorie "Groß- und Kleinschreibung"

Subklasse	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
Kleinschreibung statt Großschreibung bei	540	55,55
Substantiven	167	17,18
substantivierten Adjektiven	198	20,37
substantiviertem Partizip I	9	0,93
substantiviertem Partizip II	18	1,85
Pronomina	32	3,29
Verben	116	11,93
Kleinschreibung statt Großschreibung am Satzanfang oder bei Überschriften	58	5,97
Großschreibung statt Kleinschreibung bei	374	38,48
Verben	88	9,05
Adjektiven	170	17,49
Adverbien	92	9,47
Pronomina, Artikeln oder Konjunktionen	24	2,47
Gesamt	972	100,00

Das Gesamt von 972 Fehlschreibungen markiert die Relevanz dieser Fehlerkategorie. Unabhängig von der Kleinschreibung statt Großschreibung bei Satzanfängen oder Überschriften dominiert die Subklasse „Kleinschreibung statt Großschreibung“ vor der Subklasse „Großschreibung statt Kleinschreibung“. Daraus ergibt sich, dass die Schülerinnen und Schüler Substantivierungen wesentlich häufiger nicht erkannt haben als Desubstantivierungen. Die Gesamtheit der Fehler macht darüber hinaus auf eine mangelnde Kompetenz bei den Schülern aufmerksam, charakteristische substantivische Merkmale zu erkennen und dementsprechend richtig zu verschriftlichen.

Im Bereich der Kleinschreibung statt Großschreibung fällt besonders die Häufigkeit der kleingeschriebenen Substantive auf. Die Schreiber haben demnach die prototypischen Merkmale dieser Wortart nicht erkannt, wie z. B. bei Substantiven mit den eindeutigen Suffixen –heit, -schaft, -nis(se), -ung oder –keit. Die mangelnde Signalwirkung dieser ‚Substantivmacher‘ scheint ein deutlicher

Beleg dafür zu sein, dass die betroffenen Schreiber ihr Defizit aus den unteren Klassenstufen (5 – 7) bis zur Abiturstufe nicht abbauen konnten.

Neben den kleingeschriebenen Substantiven treten in der Subklasse „Kleinschreibung statt Großschreibung“ vor allem die substantivierten Adjektive und Verben hervor, die einen absoluten Anteil von 198 bzw. 116 aufweisen. Es fehlt offensichtlich das Wissen, an welchen charakteristischen Merkmalen bspw. Substantive zu erkennen sind. So wurden oftmals der Artikel oder das Pronomen, die vor dem Substantiv stehen, nicht beachtet: z.B. das *negative, etwas *schönes, das *leiden oder das *lesen.

Kategorie IV – Elementare Fehler und „Flüchtigkeitsfehler“

Mit 812 Fehlschreibungen und einem Relativ von 8,86 % nehmen diese Fehler einen hohen Stellenwert in der vorliegenden Untersuchung ein. Offensichtlich ist dies auch der besonderen Prüfungssituation geschuldet. Die Tabelle 8 schlüsselt im Folgenden die einzelnen Subklassen genauer auf:

Tabelle 8: Absoluter und relativer Anteil der Subklassen an Kategorie IV "Elementare Fehler/ 'Flüchtigkeitsfehler'"

Subklasse	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
1. Buchstabenfehler	379	46,67
2. Wortdeformationen	42	5,17
3. fehlende i-Punkte oder Umlautstriche	170	20,94
4. Auslassungen/ Doppelschreibungen	221	27,22
Gesamt	812	100,00

Als Flüchtigkeitsfehler im engeren Sinn sind die fehlenden i-Punkte und Umlautstriche sowie die Auslassungen und Doppelschreibungen zu klassifizieren. Sie machen mit rund 47 % etwa die Hälfte der Fehler in dieser Kategorie aus. Dabei dominieren eindeutig die Auslassungen. In nur wenigen Fällen wurden Wörter oder Wortgruppen doppelt geschrieben.

Bei den elementaren Fehlern nehmen die Wortdeformationen (*einen Baum phälen, *Stroße, *proffessil) einen sehr geringen Stellenwert ein. Bei nur 42 Fehlschreibungen ist das entsprechende Lexem so sehr entstellt, dass eine eindeutige Zuordnung meist nur durch den Kontext möglich war.

Wesentlich häufiger traten die so genannten Buchstabenfehler auf. Das sind Wörter, bei denen Buchstaben weggelassen (*er benutze statt er benutzte) oder hinzugefügt (*einzigste) bzw. in der Reihenfolge vertauscht (*er möchet, *Äffaren) wurden. Das Gros bildeten in dieser Subklasse jene Wörter, in denen ein oder mehrere Buchstaben vergessen wurden.

Kategorie V – Wortbildung und Flexion

Die Fehlerkategorie V beinhaltet zwei weitere bedeutungstragende Schwerpunkte. Hier wurden zum einen Fehler aufgenommen, die sich der Wortbildung zuordnen lassen und zum anderen enthält dieser Schwerpunkt alle Fehlschreibungen

gen, die im Zusammenhang mit der Flexion gemacht wurden. Die Tabelle 9 verdeutlicht, dass rund 83 % auf die Flexion entfallen. Nur reichlich 17 % sind Wortbildungsfehler.

Tabelle 9: Absoluter und relativer Anteil der Subklassen an Kategorie V "Wortbildung und Flexion"

Subklasse	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
1. fehlerhaftes Präfix	14	2,07
2. fehlerhaftes Suffix	21	3,10
3. Morphemfugenfehler	32	4,73
4. Fugenelementfehler	51	7,53
5. Flexionsfehler	559	82,57
Gesamt	677	100,00

Es handelt sich bei der Subklasse „Flexionsfehler“ weniger um orthographische Fehler im engeren Sinn, denn die entsprechenden Wörter wurden meist korrekt geschrieben.⁶ Die analysierten Fehler beruhen im Wesentlichen auf drei Schwerpunkten. Zum einen traten häufig Pluralfehler auf, bei denen die Schülerinnen und Schüler entweder falsche Pluralformen verwendeten oder bei den finiten Verbformen den Numerus nicht dem Subjekt anpassten.⁷ Zum anderen resultieren viele Fehlschreibungen aus einem defizitären Regelwissen bezüglich der Präpositionen. Es kann vermutet werden, dass den Schülerinnen und Schülern nicht bekannt war, welche Präposition welchen Kasus bedingt. Gleiches gilt für den dritten Schwerpunkt, bei dem nicht erkannt wurde, welchen Valenzklassen bestimmte Verben angehören. Aus diesem Grund gebrauchten die Schüler die Objekte ebenso im falschen Kasus.

Neben dem fehlenden Regelwissen ist in diesem Kontext auf eine weitere Besonderheit aufmerksam zu machen. Gerade im Bereich der Flexion scheinen dialektale Gegebenheiten eine enorme Rolle zu spielen, so dass diese dem Ursachengeflecht hinzuzufügen sind. Die Untersuchungspersonen stammen allesamt aus dem östlichen Brandenburg, wo zum einen Merkmale des Berlinischen und zum anderen vereinzelt Charakteristika des Sächsischen zu erkennen sind. Im Zuge der beobachteten Flexionsfehler war vor allem ein Aspekt des Berliner Dialektes maßgeblich. Viele Normwidrigkeiten verweisen auf den so genannten ‚Akkudativ‘ – also die fehlerhafte Verwendung von Dativ und Akkusativ.⁸

Obgleich die Wortbildungsfehler in dieser Kategorie nur rund 17 % umfassen, stellen sie mit einem Absolut von 118 Fehlern immer noch eine nicht zu vernachlässigende Fehlergruppe dar. Relativ sicher gebrauchten die Schülerinnen und Schüler die Affixe, so dass hier nur 35 Fehlschreibungen (*beneinen,

⁶ Die Subklasse der Flexionsfehler wurde in die Untersuchung aufgenommen, da auch Zimmermann und Riehme diese in ihrer Studie berücksichtigt haben.

⁷ Als Bsp. sei hier Folgendes angeführt: *das Medium* (Sg.) – *die *Mediums* (Pl.); *In dieser Strophe *ist eine Metapher, ein Vergleich und zwei Personifizierungen zu erkennen.*

⁸ Für weiterführende Informationen im Bereich des berlinischen Dialektes - vgl. u. a. Schlobinski (1988).

*ersichtbar, *strophlich) festgestellt werden konnten. Dabei lassen sich jedoch keine Motive erkennen, denen die Schüler bei den Fehlschreibungen folgten.

Anders hingegen sieht es bei den Morphemfugenfehlern (*auffällig, *Interesse, *wiederrum) aus. Hier wurden offensichtlich die jeweiligen Morpheme nicht erkannt, so dass es bei der Aneinanderreihung von zwei bedeutungstragenden Einheiten entweder zu einer Verdopplung oder Weglassung eines Konsonanten kam.

Im Zusammenhang mit den Fugenelementen (*Doppelpunkt, *Unfallsort, *Mondesaufgang) zeigten die Schülerinnen und Schüler Unsicherheiten bei der richtigen Verwendung. Darüber hinaus schien nicht klar zu sein, bei welchen Komposita überhaupt Fugenelemente zu verwenden sind.

Kategorie VI – Getrennt- und Zusammenschreibung

Die analysierten Ergebnisse betrachtend, zeigt sich, dass die Getrenntschreibung statt Zusammenschreibung in der Fehlerstatistik mit mehr als 72 % (346 Fehlschreibungen) dominiert, wohingegen die Zusammen- statt Getrenntschreibung nur knapp 28 % (134 Fehlschreibungen) umfasst. Mit einem Absolut von 480 Fehlern und einem relativen Anteil von 5,24 % an der Gesamtheit aller ausgewerteten Fehlschreibungen wird die Bedeutung dieser Kategorie deutlich.

Bei der Auseinandersetzung mit den einzelnen Fehlschreibungen innerhalb der Subklasse „Getrennt- statt Zusammenschreibung“ zeigt sich, dass die häufigsten Fehler bei zusammengesetzten Verben entstehen, bei denen der erste Bestandteil ein unflektierbares Wort ist, mit dem das eigentliche Verb „unfest“ verbunden wird. Gerade die „unfeste“ Verbindung zwischen dem Verb und den Wörtern, die meist aus (Pronominal)adverbien oder Präpositionen entstanden sind, scheint die Fehlschreibungen zu verursachen.⁹

Unklarer hingegen sind die Ursachen, die die Schülerinnen und Schüler motivierten, verschiedene Wortformen falsch zusammenzuschreiben. Besonders fehlergefährdete Wörter sind in diesem Bereich *garnicht, *ersteinmal oder *vorallem. Entsprechende Merkhilfen und Wortbilder stehen für diese relativ hochfrequenten Lexeme nicht zur Verfügung.

Besonders problematisch erscheinen solche Wortformen, die je nach Kontext zusammengeschieden oder getrennt geschrieben werden.¹⁰ Offenkundig waren hier die Schwierigkeiten bei indem vs. in dem. Nicht immer erkannten die Schüler, ob sie an der entsprechenden Stelle die Konjunktion indem einzusetzen hatten.

⁹ So wird bspw. *vorbeilaufen* zusammengeschieden, wohingegen *er läuft vorbei* getrennt geschrieben wird.

¹⁰ In diesem Fall sind weniger solche Verben, die zum einen konkrete und zum anderen eine übertragene Bedeutung besitzen, wie bspw. *sitzen bleiben* vs. *sitzenbleiben* gemeint. Diese stellten keine größeren Probleme dar, da ihre Verwendung in den analysierten Aufsätzen äußerst niederfrequent war.

Kategorie VII – Fremdwörter

Eine eher untergeordnete Rolle nimmt überraschenderweise die Fehlerkategorie VII „Fremdwörter“ ein, da sie mit einem absoluten Anteil von 130 und einem relativen Anteil von 1,48 % nur sehr wenige Fehler zur Gesamtheit aller Fehlschreibungen beiträgt.

Die einzelnen normwidrigen Schreibungen betrachtend, lassen sich mehrere Motive für die Fehler aufzeigen. So wurden bspw. in vielen Fällen an das Englischsprachige angelehnte Wortformen von den Schülern geschrieben, wobei deren Verwendung in der deutschen Standardsprache nicht legitim ist. Zu diesem Fehlertypus zählen: die *Centren, der *Character, die *Fantasy und *stylistisch. Bei diesen Fehlschreibungen wird der große Einfluss der anglo-amerikanischen Sprache auf das Deutsche verdeutlicht.¹

Einen weiteren Schwerpunkt bilden Fremdwörter, die die griechische Graphemkombination rh oder th enthalten. Besonders fehlergefährdete Wörter waren hier *Rhythmus, *Mytologie, *Methaphorik oder *rethorisch. Eine Ursache für das Auftreten der Fehlschreibung scheint vor allem im seltenen Gebrauch dieser Wörter zu liegen, so dass die Schwierigkeiten nicht internalisiert werden können, da diese Lexeme zu selten schriftsprachlich abgerufen werden. Bei diesen Wörtern handelt es sich fast ausschließlich um Begrifflichkeiten, die der Fachsprache der Literaturwissenschaft zuzuordnen sind. Ergo wäre in diesem Fall der Literaturunterricht zu nutzen, um auf solche Schreibschwierigkeiten hinzuweisen – auch in der Sekundarstufe II. Die gleiche Ursache gilt für die Fehlschreibungen folgender Fremdwörter: *Alitiration, *Aposkopie, *Hyperbelen, *Authenzität, *Metapha, *Trocheus oder *Zesur.

Kategorie VIII – Schreibung von das – dass

Der absolute Anteil von 564 und das Relativ von 6,15 % am Gesamt aller Fehler verdeutlicht die Bedeutung dieses Schwerpunktes selbst für die Abiturstufe. Dabei bleibt festzuhalten, dass sich reichlich 88 % (absolut 498) der Fehler auf das Vertauschen von *das* mit *dass* beziehen und nur etwa 12 % (absolut 66) die Vertauschung von *dass* mit *das* umfassen.

Im Kontext der zweiten Subklasse „*dass* statt *das*“ kann konstatiert werden, dass die Schülerinnen und Schüler kaum Probleme hatten, dieses *das* als Artikel zu lokalisieren. Die Probleme, aus denen sich die 66 Fehlschreibungen ergeben, vollzogen sich gerade dann, wenn ein *das* als Demonstrativ- oder Relativpronomen verwandt und nicht als solches erkannt wurde. Dies lässt darauf schließen, dass vereinzelte Schwächen im Umgang mit den Pronomina vorhanden sind. Hilfsmittel und Proben, die eine eindeutige Entscheidung erleichtern, scheinen nicht oder nur unzureichend bekannt zu sein oder werden nicht angewendet.

¹ Dabei scheint die Zahl von vier Fehlern hier sehr gering zu sein. Ein Grund dafür wäre der thematische Aspekt. In den Abituraufsätzen mussten häufig Gedichte, epische bzw. dramatische Texte analysiert werden. (Freie) Erörterungen wurden nur von wenigen Schülern vorgenommen. Bei einem höheren Anteil von Erörterungen wäre der Anteil solcher Fehlschreibungen sicher größer gewesen.

Gleiches gilt auch für den Fall, dass die Konjunktion *dass* nicht entsprechend im Satz erkannt wurde und die Schüler anstelle dessen das Pronomen *das* verwendeten.

Bei der Auswertung der Kategorie I „Interpunktion“ wurde bereits darauf verwiesen, dass eine Hauptursache für die Subklasse „*das* statt *dass*“ in den Schwierigkeiten zu sehen ist, die sich bei den Schülerinnen und Schülern im Zusammenhang mit den Satzgefügen ergeben. Oftmals wurde in einem Satzgefüge, dessen Nebensatz mit der Konjunktion *dass* beginnt, das entsprechende Komma nicht gesetzt, so dass die Schülerinnen und Schüler das *Dass* auch nicht als Konjunktion erkannten und es durch *das* ersetzten. Demzufolge können auch Schwächen in der Interpunktion als eine Hauptursache für die vermehrten Fehlschreibungen in der Subklasse „*das* statt *dass*“ angesehen werden.

Kategorie IX – Worttrennung am Zeilenende

Insgesamt nimmt die Fehlerkategorie IX mit einem absoluten Anteil von 100 normwidrigen Schreibungen und einem daraus resultierenden relativen Anteil von 1,09 % am Gesamt aller Fehler einen eher geringen Stellenwert ein. Das Gros der Fehler entfällt dabei auf Substantive, die auf –ung enden. Bei 18 verschiedenen Lexemen wurde direkt vor dem Suffix getrennt. Motiviert wurden diese zahlreichen Fehler wahrscheinlich durch die Tatsache, dass das –ung zwar als Suffix lokalisiert, jedoch einer Silbe gleichgesetzt verwendet wurde. Es handelt sich zwar um ein Morphem, das ebenfalls Grundlage der Silbentrennung sein kann, aber in diesem Fall hat das syllabische Prinzip und damit die Trennung nach Schreibsilben Vorrang.

Kategorie X – Sonstige Fehler

Einige Subklassen, die sich nur schwer anderen Fehlerkategorien zuordnen ließen, fanden im Fehlerschwerpunkt X „Sonstige Fehler“ Berücksichtigung. Hierbei wurden insgesamt 455 Fehlschreibungen ausgezählt, die einem Relativ von 4,96 % entsprechen. In dieser letzten Kategorie interessieren die relativen Anteile am gesamten Fehlerschwerpunkt weniger, da die einzelnen Subklassen nicht miteinander vergleichbar sind. Insgesamt 50 Fehler wurden bei Eigennamen gemacht. Hinzu kommen 60 Fehler bei Abkürzungen und 345 Zitierfehler.

Aus Platzgründen verzichten wir auf eine Diskussion des Fehlerschwerpunktes. Zum Ende dieses Abschnittes wollen wir in der Tabelle 10 deutlich machen, welche Wörter und Wortbestandteile als die fehlergefährdetsten gelten können. Vergleicht man diese Statistik bspw. mit Listen anderer Untersuchungen, stellt man fest, dass bei den Abiturientinnen und Abiturienten häufig andere Lexeme problematisch sind (vgl. bspw. Menzel 1985, S. 14ff). Trotzdem fällt auf, dass auch in der nachstehenden Rangliste vielfach Wörter und Wortbestandteile auftauchen, die einem so genannten Grundwortschatz zuzuordnen sind und trotzdem normwidrig schriftsprachlich umgesetzt werden.

Tabelle 10: Rangliste der fehlergefährdetsten Wörter und Wortbestandteile

	fehlergefährdetes Wort/ fehlergefährdeter Wortbestandteil	absolute Anzahl im Untersuchungsmaterial der Abiturienten
1.	das vs. dass	564
2.	-ss- statt -ß- (z.B. *gross, *ausser)	83
3.	wider- vs. wieder- (z.B. widersprechen, Wiedergabe etc.)	76
4.	indem vs. in dem (31
5.	ent- vs. end- (z.B. entfernen, Endreimschema etc.)	31
6.	lyrisches Ich (als substantiviertes Personalpronomen)	27
7.	rhetorisch	17
8.	den vs. denn	16
9.	*bedeutensten (Auslassung des d)	12
10.	Ellipse	10
11.	weiter + Verb (z.B. weitergeben etc.) (Getrennt- statt Zusammenschreibung)	9
12.	zurück + Verb (z.B. zurückgeben etc.) (Getrennt- statt Zusammenschreibung)	9
13.	er weiß	7
14.	bloß	7
15.	Metapher	6
16.	nämlich	6
17.	er liest	5
18.	spüren, er spürt	5
19.	sie waren, er war	5
20.	irgendwer, irgendwelche	5

6. Orthographische Leistungen bei Schülern der Jahrgangsstufen 5 bis 10 bzw. bei Abiturienten – Versuch einer Gegenüberstellung

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten die orthographische Kompetenz von Abiturientinnen und Abiturienten ausgewertet und diskutiert wurde, sollen diese nun der Referenzstudie von Zimmermann & Riehme und der Untersuchung zur orthographischen Kompetenz von Schülerinnen und Schülern der Klassenstufe 8 gegenübergestellt werden. Aus diesem Grund sind in Tabelle 11 die Ergebnisse der Jahrgangsstufe 8 zusammengefasst. Dabei wurden 149 Arbeiten hinsichtlich der Fehlschreibungen ausgewertet. Der Materialkorpus setzt sich aus 76 Diktaten und 73 Aufsätzen zusammen, umfasst 33.317 Wörter und beinhaltet insgesamt 2.232 Normverstöße gegen die deutsche Orthographie.

Die Möglichkeit der Gegenüberstellung mit den hier angeführten Untersuchungen ergibt sich vor allem aus der Tatsache, dass weitestgehend nach dem gleichen Analysemuster und Kategoriensystem vorgegangen wurde.

Die verschiedenen Fehlerschwerpunkte mit ihren absoluten und relativen Anteilen betrachtend, lassen sich einige Gemeinsamkeiten zwischen den Untersuchungen aufzeigen. Auch wenn sich die Materialkorpora voneinander unterscheiden, können durchaus Parallelen und Trends abgeleitet werden.

Tabelle 11: Absoluter und relativer Anteil der Fehlerkategorien an der Gesamtzahl der Fehlschreibungen in der Untersuchung von Gerling (2003)

Fehlerkategorie	Absoluter Anteil	Relativer Anteil in %
1. Interpunktion	811	36,34
2. Phonem-Graphem-Beziehung	256	11,47
3. Groß- und Kleinschreibung	346	15,50
4. Elementare Fehler/ "Flüchtigkeitsfehler"	192	8,60
5. Affixe, Flexionsformen	230	10,30
6. Getrennt- und Zusammenschreibung	149	6,68
7. Fremdwörter	96	4,30
8. das - dass	73	3,27
9. Worttrennung am Zeilenende	9	0,40
10. Sonstige Fehler	70	3,14
Gesamt	2232	100,00

In der Studie, die 1986 vorgelegt wurde, dominiert mit 25,58 % am Gesamt aller Fehler die Kategorie der Interpunktion. Ein ähnliches Phänomen konnte in der Untersuchung der Abiturientinnen und Abiturienten festgestellt werden, wobei ein Relativ von 46,84 % ermittelt wurde. Der noch größere Anteil dieses Fehler-schwerpunktes lässt sich aus der Tatsache heraus erklären, dass die Abiturientinnen und Abiturienten in ihren thematisch gebundenen Aufsätzen fast durchgängig komplexe syntaktische Strukturen verwendeten. Damit kann eine Korrelation zwischen dem Alter der Schüler und den Interpunktionsfehlern festgestellt werden. Einen solchen Zusammenhang vermerken auch Zimmermann und Riehme, wenn es bei ihnen um Aussagen zum Längsschnitt in den Klassenstufen fünf bis zehn geht (vgl. Zimmermann & Riehme 1986, S. 10f.). Das Ergebnis von Gerling (Klassenstufe 8, s. Tabelle 10) stützt diese These ebenfalls, denn hier bewegt sich der relative Anteil der Fehlschreibungen an der Interpunktion mit 36,34 % zwischen den vorangestellten Ergebnissen.

Ebenfalls steigende Fehleranteile prognostizieren Zimmermann & Riehme bei der Getrennt- und Zusammenschreibung sowie bei der Schreibung von *das* – *dass*. In ihren Untersuchungen nehmen diese Schwerpunkte jeweils einen Anteil von 4,95 % und von 4,17 % ein. In der Klassenstufe 8 (Gerling) betragen diese Kategorien 6,68 % und 3,27 %. Bei den Abiturienten gehen die Getrennt- und Zusammenschreibung mit 5,24 % und die Schreibung von *das* – *dass* mit 6,15 % in die Statistik ein. In Bezug auf die Kategorie VIII „Schreibung von *das* – *dass*“ kann dieses vorhergesagte Zunehmen der Fehlschreibungen beobachtet werden. Dies hängt u. E. mit den komplexer und komplizierter werdenden syntaktischen Strukturen bei den Abiturienten zusammen. Wie bereits an anderer Stelle erörtert wurde, ist hier ferner eine Verbindung zwischen Interpunktionsfehlern und Fehlern bei der Schreibung von *das* – *dass* anzunehmen. Keine steigenden Fehleranteile sind hingegen im Kontext der Studie zu den Achtklässlern festzustellen. Hier ist zu vermuten, dass in den ausgewerteten Diktaten dem Phänomen „*das* vs. *dass*“ keine sonderliche Bedeutung beigemessen wurde. Die

Getrennt- und Zusammenschreibung hingegen divergiert in ihrem relativen Anteil kaum von dem Ergebnis, welches Zimmermann und Riehme ermittelt haben. So wie Fehlerschwerpunkte ermittelt wurden, die mit zunehmendem Reifegrad der Schülerinnen und Schüler eine steigende Tendenz aufweisen, wurden in der Zwickauer Untersuchung ebenso Kategorien klassifiziert, deren Anteil mit zunehmendem Alter geringer wird. Hierbei ist vor allem auf die Fehlschreibungen der Kategorie „Phonem-Graphem-Korrespondenz“ zu verweisen, die einen Anteil von 22,31 % aufweisen. Bei den achten Klassen nimmt diese Kategorie noch einen relativen Anteil von 11,47 % ein. In der vorliegenden Untersuchung bewahrheitete sich der prognostizierte Trend, denn dieser Schwerpunkt weist nur ein Relativ von 7,45 % auf. Ursachen hierfür liegen vornehmlich in der zunehmenden Sicherheit im Umgang mit Wörtern und Wortstämmen, welche bereits bei Schülerinnen und Schülern der Klassenstufe 8 erkennbar wird. Mit zunehmendem Alter und der damit verbundenen kognitiven Reife etabliert sich ein festes Inventar an Wörtern, mit dem die Schülerinnen und Schüler normgerecht umgehen können. Fehler, die dennoch vermehrt auftreten, resultieren dann bspw., wie bereits gezeigt wurde, aus Problemen im Umgang mit semantischen Unterschieden.¹ Darüber hinaus treten Wörter zutage, die als besonders fehlergefährdet einzuschätzen sind und unabhängig vom Alter und Reifegrad Probleme verursachen.² Nimmt man in diesem Kontext noch eine Untersuchung von Vogel (1988) hinzu, in welcher die Rechtschreibleistungen Dritt- und Viertklässler anhand von Aufsätzen und Diktaten untersucht wurden, lässt sich der eben geführte Vergleich untermauern. Obgleich bei Vogel ein gänzlich anderes Untersuchungsdesign zugrunde gelegt wurde³, ergab seine Auswertung, dass gerade im Bereich der Phonem-Graphem-Korrespondenz erhebliche Defizite bestehen (insgesamt 63,13 % der ermittelten Fehler - vgl. Vogel 1988, S. 88). Daraus resultiert, dass GrundschülerInnen in diesem Bereich noch über erhebliche Schwierigkeiten verfügen, die sich jedoch im Laufe der schulischen Ausbildung und der Erlangung einer kognitiven Reife wesentlich abbauen.

Neben steigenden und sinkenden Tendenzen wird bei Zimmermann und Riehme auf solche Fehlerschwerpunkte verwiesen, die mit zunehmendem Alter in ihrem Auftreten konstant bleiben. Als Beispiel wird die s-Schreibung angeführt. Diese Kontinuität beruht auf der Ausgeglichenheit zwischen Zuwachs an Schwierigkeiten und zunehmender Beherrschung von Problemen. Im Bereich der s-Schreibung wird in der Zwickauer Studie ein relativer Anteil von 3,90 % ermittelt. Bei Vogel machen diese Fehler 4,49 % am Gesamt aller normwidrigen Schreibungen aus (vgl. ebd.). Bei den Schülerinnen und Schülern, die hier untersucht wurden, traten insgesamt 197 Fehlschreibungen in diesem Bereich auf, was einen relativen Anteil am Gesamt aller Fehler von 2,15 % ergibt. Obgleich

¹ Dabei sei vor allem auf die semantischen Unterschiede von *wieder* und *wider* verwiesen.

² Hier scheint die Fehlschreibung **nähmlich* prototypisch zu sein.

³ Vogel (1988) hat bspw. die Interpunktion gar nicht berücksichtigt und auch sonst eine andere Klassifikation der Fehler vorgenommen, die einen Vergleich mit unserem Design erschwert.

durch die Neuregelung der deutschen Orthographie ein neuer Fehlerschwerpunkt in der s-Schreibung hinzugekommen ist, bleibt der Anteil, den diese Fehler an der Gesamtheit einnehmen, sehr gering. Dies stützt die These von Zimmermann und Riehme. Auch wenn mit dem zunehmenden Wortinventar mehr Schwierigkeiten zu bewältigen sind, bleiben die Fehler konstant, da ferner die Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit den Schwierigkeiten steigen.

Als Fazit lässt sich an dieser Stelle festhalten, dass die Ergebnisse, die Zimmermann und Riehme ermittelt haben, mit den vorliegenden Untersuchungen Bestätigung finden und korrespondieren können. Die beschriebenen Tendenzen lassen sich allesamt auf die Studie zur orthographischen Kompetenz von Abiturientinnen und Abiturienten und auf die Untersuchung zu den Rechtschreibleistungen der Achtklässler übertragen.

7. Zur Anwendung der neuen Rechtschreibung

Die Analyse zur Anwendung der Neuregelung der deutschen Orthographie betrachtend, lässt sich feststellen, dass im Laufe der drei untersuchten Jahrgänge eine zunehmende Internalisierung der veränderten singulären und generellen Regeln vollzogen wurde. Insgesamt zeigt sich, dass 77,6 % der Abiturientinnen und 72,3 % der Abiturienten von der Neuregelung Gebrauch machten. Das ist ein akzeptables Ergebnis, wenn man bedenkt, dass die Untersuchungspersonen allesamt mindestens neun Jahre lang nach der alten Rechtschreibung unterrichtet wurden. Binnen weniger Jahre haben sich die Schülerinnen und Schüler in ihrem schriftlichen Sprachgebrauch den veränderten Schreibungen angepasst – wenn auch in einem durchaus heterogenen Ausmaß. Nutzt man die Ergebnisse für eine Prognose, so kann konstatiert werden, dass die Anwendung der neuen Orthographie von Jahr zu Jahr fortschreitet.

Unbedingt angemerkt werden muss, dass sich im Bereich der s-Schreibung ein neuer Fehler in einer Größenordnung etabliert hat, die beunruhigt. 46% aller Fehler der s-Schreibung entfallen auf den Fehlertypus „ss statt ß“. Auch die stark zunehmende Kommaabstizienz, die die Lesbarkeit der Texte erschwert, muss weiter beobachtet werden.

8. Resümee

Rechtschreibung = Schlechtschreibung?

Diese Frage kann mit einem eindeutigen Nein beantwortet werden. Die vorgelegten Ergebnisse geben zwar nicht unbedingt Anlass zum Jubeln, bestätigen aber keineswegs die Lamenti über eine „bodenlose Orthographie“ der Heranwachsenden.

Durchschnittlich 1,77 Fehler auf 100 Wörter bei Abiturientinnen und Abiturienten sind eindeutig zu viel. Aber es gibt nach wie vor jene Gruppe guter Rechtschreiberinnen und Rechtschreiber (ca. 15%), die weit unter diesem durchschnittlichen Fehlerquotienten (der niedrigste wurde bei 0,11 ermittelt) liegen. Und diese Gruppe kann sich ohne Zweifel im Bereich Rechtschreibung mit jenen 10 – 15% Gymnasiasten (pro Jahrgang, s. o.) messen, die vor 50 Jahren ih-

ren Abituraufsatz geschrieben haben. Gleiches gilt auch, wenn man einen internationalen Vergleich wagt und auf Aussagen von Nussbaumer und Sieber zurückgreift, die die sprachlichen und ebenso die orthographischen Leistungen Schweizer Abiturientinnen und Abiturienten untersucht haben. Im Bereich der Rechtschreibung haben sie einen Fehlerquotienten von 0,70 ermittelt, wobei dabei die Interpunktion ausgeblendet wurde (vgl. Nussbaumer & Sieber 1995, S. 18; Abb. 4.). Insgesamt haben die beiden auf 1.000 Wörter ca. 26 Fehler ermittelt, wobei „von den Fehlern [...] 61 % in den Bereich der Schreibung (22 % Orthographie und 39 % Interpunktion), 29 % in den Bereich der Grammatik (19 % Satzbau, der Rest Wortformen und Textbau) und 10 % in den Bereich der Semantik [fallen]“ (ebd.).

Erhebliche Probleme haben ca. 15% aller Abiturienten mit einem Fehlerquotienten von bis zu 7,90. Jenen muss die besondere Aufmerksamkeit der Deutschlehrerinnen und Deutschlehrer gelten. Das Gros der Probanden zeigte durchschnittliche Leistungen, die nicht zu Klagen Anlass gaben.

Auch bei den Achtklässlern kann nicht von absolut unzureichenden Fähigkeiten und Fertigkeiten im Bereich der Orthographie die Rede sein. Die ermittelten Leistungen zeigen zwar eine Verschlechterung auf – bei Zimmermann & Riehme liegt der Fehlerquotient bei 4,65 Fehlern (vgl. Zimmermann & Riehme 1986, S. 4) und in Gerlings Untersuchung bei 6,70 Fehlern –, allerdings muss berücksichtigt werden, dass in ‚unseren‘ 8. Klassen jene in der Regel leistungsstarken Schülerinnen und Schüler des Gesamtjahrgangs fehlen (ca. 35%-50%), die das Gymnasium oder andere weiterführende Einrichtungen besuchen. Von dieser Sicht aus erscheinen die Leistungen der Achtklässler des Jahrgangs 2003 (fast) akzeptabel.

Wir sind uns darüber im Klaren, dass wir mit der Zahl unserer Probanden und der regionalen Beschränkung unserer Untersuchung keinesfalls Anspruch auf Repräsentativität erheben können, wir sind uns auch über Validitätsprobleme, die solche Gegenüberstellungen mit sich bringen, bewusst, meinen aber, durchaus Trends aufzeigen zu können.

Und diese Trends sprechen weder für eine ständige noch für eine erhebliche Verschlechterung der orthographischen Kompetenz Heranwachsender.

9. Literatur

- Afflerbach, Sabine (1997): Zur Ontogenese der Kommasetzung vom 7. bis zum 17. Lebensjahr. Eine empirische Studie. Frankfurt/Main: Lang.
- Brügelmann, Hans (2003): Immer schlechtere Leistungen in der Rechtschreibung? In: Schüler 2003. Lesen + Schreiben. Seelze: Friedrich Verlag.
- Eisenberg, Peter & Feilke, Helmuth (2001): Rechtschreiben erforschen. Praxis Deutsch 170, S. 6–15.
- Eisenberg, Peter; Spitta, Gudrun & Voigt, Gerhard (1994): Schreiben: Rechtschreiben. Praxis Deutsch 124, S. 14–25.
- Gerling, Ulrike (2003): Untersuchungen zur orthographischen Kompetenz von Achtklässlern. Potsdam (unveröffentlichte Examensarbeit; Universität Potsdam).

- Hanke, Petra (2003): Methoden des Rechtschreibunterrichts; In: U. Bredel & H. Günther u.a. (Hrsg.) (2003): Didaktik der deutschen Sprache. Schöningh: UTB.
- Ingenkamp, Karlheinz (1967): Schulleistungen – damals und heute. Weinheim: Beltz.
- Lange, Richard (1910³): Wie steigern wir die Leistungen im Deutschen? Leipzig: Dürr'sche Verlagsbuchhandlung.
- Menzel, Wolfgang (1985): Rechtschreibunterricht. Praxis und Theorie. Aus Fehlern lernen. Seelze: Friedrich.
- Nägele, Ingrid M. (2001): Lese-Rechtschreibschwierigkeiten, LRS, Legasthenie... Was Lehrerinnen und Lehrer wissen sollten. Praxis Deutsch 166, S. 52.
- Nussbaumer, Markus & Sieber, Peter (1995): Was sich in Abituriententexten zeigt. Ergebnisse aus dem Zürcher „Sprachfähigkeiten“-Projekt. Diskussion Deutsch 141, S. 15–24.
- Pießnack, Christian (2003): Untersuchungen zur orthographischen Kompetenz von Abiturientinnen und Abiturienten. Potsdam (unveröffentlichte Examensarbeit; Universität Potsdam).
- Riehme, Joachim (1986): Zur Methode orthographischer Fehleranalyse. Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock. Gesellschaftswissenschaftliche Reihe 35,8, S. 52–56.
- Schlobinski, Peter (1988): Über den Akkudativ im Berlinischen. Muttersprache 98, S. 214–225.
- Seidel, Rita (2002): Untersuchungen zur orthographischen Kompetenz von Abiturienten. Analyse orthographischer Leistungen in Abituraufsätzen, verbunden mit Aussagen zur Anwendung der Neuregelung der Rechtschreibung. Potsdam (unveröffentlichte Examensarbeit; Universität Potsdam).
- Vogel, Roland (1988): Rechtschreibanforderungen und –leistungen früher und heute: Eine vergleichende Untersuchung von Schüleraufsätzen und -diktaten. Diss.; Bad Salzdetfurth. Franzbecker.
- Zimmermann, Friedrich & Riehme, Joachim (1986): Analyse orthographischer Leistungen von Schülern der POS der DDR (Interne Forschungsinformation der Pädagogischen Hochschule „Ernst Schneller“ Zwickau). Zwickau.

Untersuchungen zum PISA - Mathematik - Test

Wolfram Meyerhöfer

1. Problemstellung

In diesem Beitrag werden einige Resultate einer Untersuchung zum mathematischen Leistungstest von PISA vorgestellt (Meyerhöfer 2004, siehe auch Meyerhöfer 2005). Anhand der Aufgabe „Bauernhöfe“ wird das in dieser Untersuchung praktizierte empirische Vorgehen illustriert.

Am Ausgangspunkt meiner Untersuchung stand der Wunsch, Ergebnisse von Schulleitungstests daraufhin zu befragen, inwieweit sie zur Verbesserung von Unterricht beitragen können. Es zeigte sich, dass die von mir untersuchten Tests (TIMSS und PISA) dazu nicht geeignet ist. Das ergibt sich nicht nur aus allgemeinen und strukturellen Problemen des Testens (vgl. Meyerhöfer 2005, Kapitel 1); es zeigte sich zusehend, dass die Testaufgaben selbst erhebliche Messprobleme aufwerfen. So entwickelte sich die Frage, was mathematische Leistungstests eigentlich testen. Die sich zeigenden Probleme schlagen unmittelbar auf Unterricht durch, wenn – wie mit den Bildungsstandards angestrebt und auch bei PISA beansprucht – Tests zum Maßstab unterrichtlichen Handelns werden. Das Problem ist besonders virulent, wenn weder bei PISA noch in der Standards-Debatte der fundamentale Unterschied zwischen einer guten Testaufgabe und einer guten unterrichtlichen Aufgabe thematisch ist.

Die ersten Analysen zeigten, dass die Aufgaben mit erheblichen habituellen Verwerfungen belastet waren. So musste die Rekonstruktion von Elementen eines mathematikdidaktischen Habitus, der sich in den Aufgaben zeigt, zu einem eigenen Untersuchungsschwerpunkt ausgearbeitet werden.

Die Konzentration der Analysen liegt auf den *Testaufgaben*, weil die Geltung der Aussage eines Tests an der Aufgabe erzeugt wird: In der Aufgabe gerinnt das, was Tester als „mathematische Leistungsfähigkeit“ konstruieren. Der Schüler wiederum hat nur die Aufgabe vor sich. Es gibt nur „gelöst“ (ein Punkt) und „ungelöst“ (kein Punkt). Damit der Schüler den Punkt bekommt, muss er an der richtigen Stelle ankreuzen, oder er muss etwas hinschreiben, wofür der Auswerter einen Punkt gibt. Alle Testaussagen ergeben sich aus der Punktzahl.

In Diskussionen wird mitunter über die Sinnhaftigkeit und Üblichkeit der qualitativen Interpretation von quantitativen Erhebungsinstrumenten gestritten. In der Tat ist es ein neuer Ansatz, Testitems explizit einer qualitativen Untersuchung zu unterziehen. Neu ist dabei insbesondere, dass diese Untersuchung einer methodischen Kontrolle unterliegt und dass sie latente Textelemente systematisch erfasst. Die Arbeit versteht sich insofern als Beitrag zum Überdenken des Konflikts zwischen qualitativen und quantitativen Methoden. Die Resultate belegen die Notwendigkeit einer methodisch gesicherteren Erarbeitung von Testitems.

Die *Operationalisierung* eines Konstrukts mathematischer Leistungsfähigkeit in einen Test hinein wird in meiner Untersuchung zwar diskutiert, bei PISA hat so eine Operationalisierung aber nicht stattgefunden.

In der Untersuchung wird mit der *Methode der Objektiven Hermeneutik* (vgl. Meyerhöfer 2005, S. 61-96) gearbeitet, weil sie eine methodisch kontrollierte Analyse der manifesten und der latenten Sinnstruktur eines Textes ermöglicht. Die zwingende Sequentialität des Vorgehens, die Berufung auf die Regelmäßigkeit sozialen Handelns und auf Regeln bei der Geltungserzeugung, den Geltungsanspruch, den Anspruch der Objektivität und die Erschließung von Subjektivem.

Je stärker Tests als wissenschaftliche Instrumente für die Vergabe von Zukunftschancen instrumentalisiert werden, desto wichtiger ist es, dass sie *messen, was sie messen sollen*. Das Konstrukt „mathematische Leistungsfähigkeit“ wird damit zu einem kontingenten. Dabei entsteht der Eindruck einer „Unschärferelation“: Je komplexer die zu messende Fähigkeit, desto schwieriger wird es, diese Fähigkeit scharf zu messen. Es bleibt unklar, ob es überhaupt möglich ist, komplexe Fähigkeiten scharf zu messen, aber die Eindeutigkeit des Messprozesses kann u.a. erhöht werden, wenn

- deutlich zwischen einer guten unterrichtlichen und einer guten Testaufgabe unterschieden wird: Aufgaben sind Initiator einer Lösungspraxis. Das macht sie im Unterricht zu einem Instrument vielfältiger Praxen. Sie sind Initiator von Lernen, Ort der Selbsttätigkeit des Schülers, Instrument der Erfassung von Lernerfolgen, Zwischenerfolgen und Defiziten (also Testinstrument), Protokoll einer fachlichen, habituellen bzw. psychischen Disposition des Aufgabenerstellers (Schüler lernen ihre Lehrer u.a. über die Aufgaben kennen, die sie stellen; Schüler erhalten über Aufgaben ein Bild vom Fach und seinen Vertretern), sie sind an der Herstellung von Sozialität beteiligt. Das Lösen von Aufgaben im Unterricht ist Ort des Trainierens von Fertigkeiten, des Erlangens von Fähigkeiten, des Erwerbs von Wissen, es ist Disziplinierungsinstrument, ist Selbstzweck (was sicherlich oft heißt: Mittel zur Umsetzung eines bestimmten Bildes von Ziel und Praxis von Mathematikunterricht), dient der Überbrückung von Zeitlücken usw. Im Test hingegen sind Aufgaben ausschließlich Messinstrument. Daraus resultieren wesentliche Unterschiede in den Anforderungen an gute unterrichtliche und gute Testaufgaben.
- man sich zunächst deutlich machte, was man eigentlich messen möchte, und wenn dementsprechend eine Operationalisierung eines Messkonstruktes stattfände. Die Beurteilung einer Aufgabe muss dabei davon ausgehen, auf welche Weise die Aufgabe gelöst werden kann. Bei TIMSS und PISA ging man hingegen davon aus, auf welche Weise sich die Tester eine Lösung wünschen.
- das Auseinanderlaufen und Gegeneinanderlaufen von latentem und manifestem Aufgabentext verhindert wird. Das bisherige Expertenverfahren kann dies offenbar nicht leisten.

Bei TIMSS und PISA werden in erheblichem Umfang *Testfähigkeiten* mitgemessen. Viele Aufgaben enthalten Irritationen, welche von testerfahrenen Schülern leichter überwunden werden können als von testunerfahrenen. Es gibt Aufgaben, die gelöst werden können, ohne dass man über die Fähigkeit verfügt, die getestet werden soll. Umgekehrt gibt es Aufgaben, die man eventuell nicht lösen kann, obwohl man über diese Fähigkeit verfügt. Als wesentliches Element von Testfähigkeit stellt sich heraus, weder das gestellte mathematische Problem noch

die angeblichen realen Probleme ernst zu nehmen, sondern sich statt dessen auf das zu konzentrieren, was die Tester angekreuzt oder hingeschrieben sehen wollen. Prinzipiell erweist es sich als günstig, auf intellektuelle Tiefe in der Auseinandersetzung mit den Aufgaben zu verzichten.

Man kann bei Multiple-Choice-Tests raten. Die PISA-Gruppe behauptet zwar, dieses Problem technisch überwinden zu können, dies erweist sich aber als Fehleinschätzung.

Je stärker Tests für die Vergabe von Zukunftschancen in Schulsysteme eingebunden werden, desto wichtiger ist es, dass das Gemessene das ist, was gelernt werden soll. Dazu ist eine Darstellung dessen notwendig, was gelernt werden soll. Hieraus ist wiederum in einem *Operationalisierungsprozess* ein *Messkonstrukt* zu erstellen, was bei TIMSS und PISA nicht stattgefunden hat. Dort wurde der Testerstellungsvorgang lediglich mit einem eklektischen, unverbundenen Theoriegemisch „umstellt“. In meiner Untersuchung habe ich versucht, folgende *theoretische Konstrukte* genauer zu verfolgen:

Für die inhaltliche Beurteilung von Aufgaben wird auf die „*Theorie der mentalen Situationsmodelle*“ von Reusser (1989) und die grundlegenden Arbeiten von Kintsch und van Dijk (Kintsch 1974, 1994; Kintsch & van Dijk 1978; van Dijk & Kintsch 1983) verwiesen. Leistungen und Grenzen dieses Ansatzes werden diskutiert. Als gravierend erweisen sich die Vernachlässigung der latenten Textebene, mangelnde methodische Kontrolle und die Vernachlässigung der Frage, *wovon* ein Situationsmodell erstellt wird. Es stellt sich heraus, dass die TIMSS-Gruppe (das reproduziert sich später bei PISA) nicht mit dieser Theorie gearbeitet haben kann, sondern sie lediglich als theoretischen Mantel für Ad-hoc-Deutungen benutzt.

1. Das Konzept der „*Mathematical Literacy*“ (vgl. PISA 2000, S. 141ff) stellt die intellektuelle Abreicherung des Freudenthalschen didaktischen Konzepts der „*Realistic Mathematics Education*“ (vgl. ebd.) in ein Fähigkeitskonzept dar. Der darauf basierende PISA-Test soll untersuchen, ob Schüler „grundlegende mathematische Konzepte so verstanden haben, dass sie mit diesen Werkzeugen Problemsituationen aus unterschiedlichen Kontexten behandeln können“ (ebd., S.143). Dies leisten die Aufgaben nicht, obwohl sie (auch) mathematische Fähigkeiten messen, und obwohl einige Aufgaben das Potential zur Entwicklung (nicht aber zum Messen) dieses Verständnisses haben. Es bleibt unklar, worin die Stärke des „realistic“-Gedankens bestehen soll, da er in den Aufgaben das Verstehen nicht befördert.
2. PISA beruft sich auf eine *Theorie des Modellierungsprozesses*, welche *jede* Aufgabe als Modellierungsaufgabe vorstellt (ebd., S.143 ff). Dieser Ansatz ist bereits in sich nicht schlüssig, da das wesentliche Element des Modellierungsprozesses der Übergang zwischen Realsituation und mathematischem Modell ist. Zusätzlich hilft der theoretische Ansatz wenig bei der Erstellung, bei der Lösung oder der Interpretation von Aufgaben. Die PISA-Gruppe verwendet ihn selbst nicht. Auch in den Aufgaben finden sich keine Elemente, die - entsprechend der Theorie - Teile eines Modellierungsprozesses sinnvoll ersetzen, stattdessen werden in Aufgaben Modellierungsanforderungen zerstört. Es ist nicht gelungen, eine Aufgabe zu finden, bei der wirklich ein reales Problem zu bearbeiten ist - gleichzeitig kritisiert die PISA-Gruppe eingekleidete Aufgaben undifferenziert, statt ihr Potential zu reflektieren.

3. Im Zusammenhang mit der Promotion wurde eine Dekonstruktion des *Kompetenzstufenmodells* erarbeitet, mit welchem die PISA-Gruppe die Testwerte inhaltlich interpretiert (Meyerhöfer 2004a). Es wird gezeigt, dass die Vielfalt der möglichen Lösungswege bei komplexeren (also bei fast allen) Aufgaben die Erstellung von Kompetenzstufenbeschreibungen verhindert. Die für das Modell vorgenommene Kategorienbildung wird verworfen.

Testaufgaben sind auch Protokoll einer Testerstellungspraxis. Bei der Untersuchung des PISA-Tests schoben sich zunehmend Probleme in den Vordergrund, die nicht nur den Charakter des Messinstruments betrafen, sondern als *Elemente eines mathematikdidaktischen Habitus* sich quasi aufdrängen: Manifeste Orientierung auf Fachsprachlichkeit und latente Zerstörung des Mathematischen, Illusion der Schülernähe als Verblendung, Kalkülorientierung statt mathematischer Bildung, Misslingen der „Vermittlung“ von Realem und Mathematischem bei realitätsnahen Aufgaben. Letzteres gründet in der Nichtbeachtung der Authentizität sowohl des Realen als auch des Mathematischen. Ich habe die genannten Habituselemente unter dem Stichwort der „Abkehr von der Sache“ zusammengefasst.

Anhand der nachfolgend dargestellten Analyse der Pisa-Aufgabe „Bauernhöfe“ soll das Vorgehen der Untersuchung gezeigt werden. Die Aufgabe wird von der PISA-Gruppe als exemplarisch für das PISA-Konzept angegeben, und in ihr zeigen sich beispielhaft viele der angegebenen Probleme.

2. Die PISA-Aufgabe „Bauernhöfe“

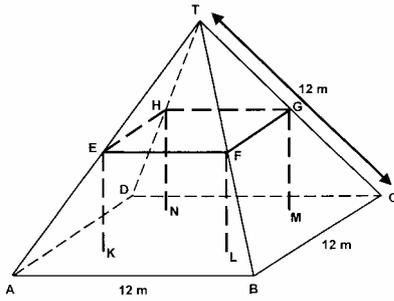
Zur Illustration meines Vorgehens möchte ich Ausschnitte der Interpretation der Aufgabe „Bauernhöfe“ vorstellen:

BAUERNHÖFE

Hier siehst du ein Foto eines Bauernhauses mit pyramidenförmigem Dach.



Nachfolgend siehst du eine Skizze mit den entsprechenden Maßen, die eine Schülerin vom Dach des Bauernhauses gezeichnet hat.



Der Dachboden, in der Skizze $ABCD$, ist ein Quadrat. Die Balken, die das Dach stützen, sind die Kanten eines Quaders (rechtwinkliges Prisma) $EFGHKL MN$. E ist die Mitte von \overline{AT} , F ist die Mitte von \overline{BT} , G ist die Mitte von \overline{CT} und H ist die Mitte von \overline{DT} . Jede Kante der Pyramide in der Skizze misst 12 m .

Bauernhöfe 1. Berechne den Flächeninhalt des Dachbodens $ABCD$.

Der Flächeninhalt des Dachbodens $ABCD = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m}^2$.

Bauernhöfe 2. Berechne die Länge von \overline{EF} , einer der waagerechten Kanten des Quaders.

Die Länge von $\overline{EF} = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m}$.

3. Lösungswege zu „Bauernhöfe 2“ und ihre Zuordnung zu den PISA-Kompetenzstufen¹:

- Intuition²: E , F , G und H sind Mittelpunkte von Pyramidenseiten. Es liegt nahe anzunehmen, dass EF halb so lang wie die gegebenen 12 m der Grundseite AB ist. Man kann das ausgehend von der Intuition auch nachmessen bzw. rechnerisch überprüfen, aber das intuitive Lösen stellt einen eigenen Weg der Lösungsgenerierung dar. In der Kompetenzstufentheorie hat dieser Weg keinen Platz, obwohl auch die PISA-Gruppe ihn sieht. (PISA 2000, S. 151)
- Messen: Hier kann direkt in der Zeichnung gemessen werden, man kann aber auch vorher eine maßstäbliche Zeichnung anfertigen und in ihr messen. Das Messenkönnen bewegt

¹ Hier wird versucht, die grundsätzlich denkbaren Wege zur Erlangung des Punktes für die richtige Lösung zu betrachten. Vollständigkeit wird angestrebt, ist aber für die Argumentation nicht notwendig. Die einzelnen Wege werden durch den Aufgabentext zwar gestärkt bzw. geschwächt, das Testziel ist aber lediglich die Erlangung des Lösungspunktes. Jede Möglichkeit, diesen Punkt zu erhalten, verweist auf Bestandteile dessen, was die Aufgabe misst. Die Explizierung von Lösungswegen ist immer idealtypisch zu verstehen. Empirisch werden alle möglichen Mischformen vorkommen.

² In der mathematikdidaktischen Debatte um Aufgaben spielt Intuition kaum eine systematische und theoretisch reflektierte Rolle und sie findet auch im Kompetenzstufenmodell keinen Platz. Sie ist aber nicht nur Bestandteil vieler Problemlöseprozesse, sondern kann auch als eigenständiger Lösungsweg auftreten. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei intuitivem Vorgehen im Kern um Hypothesenbildung handelt. Das macht auch die Unsicherheit intuitiven Vorgehens aus, denn es ist eine Hypothesenprüfung notwendig, die außerhalb des Intuitiven stattfinden muss. Es gibt Aufgaben, bei denen die Hypothesenprüfung so einfach ist, dass man auch sie (fälschlich) als intuitiv wahrnimmt. Bei der vorliegenden Aufgabe erfolgt die Hypothesenprüfung auf einem der nachfolgend dargestellten Lösungswege. Man erkennt auch, dass die Unsicherheit des *rein* intuitiven Lösens darin besteht, dass keine Hypothesenprüfung stattgefunden hat. Da es beim Lösen aber nur um das richtige Resultat geht, liegt trotzdem eine vollwertige Lösung vor.

sich zwar außerhalb dessen, was man mit „mathematisch“ bezeichnet, hat aber seine eigene Bedeutung. Das Messen als empirisches Vorgehen ist hier keine Annäherung an geometrische Operationen, sondern eine Abkehr von ihr, weil es ihre Unnötigkeit zur Erlangung des Lösungspunktes unterstreicht. In jedem Fall ist das Ausmessen einer Strecke eine Fähigkeit, die man auf Stufe I³ (Wissen auf Grundschulniveau) verweisen würde. Setzt man den Fokus auf die Modellierungsanforderung, könnte man aber die Grenze zu Stufe II schon überschritten sehen.

- Lösen über den Satz von der Mittellinie des Dreiecks: Dazu muss man EF als Mittellinie des Dreiecks ABT erkennen und wissen, dass die Mittellinie eines Dreiecks halb so lang wie seine Basis ist. Dieser Weg verlangt lokales mathematisches Fakten- bzw. Satzwissen. Man würde ihn wohl auf Stufe II (wegen der Einfachheit der Modellierung) oder III (wegen der Verankerung des Wissensinhalts in der Sekundarstufe) einordnen.
- Lösen über den 2. Strahlensatz: Dieser Weg setzt die Erkenntnis voraus, dass die Strecken AT und BT durch ihre Mittelpunkte halbiert sind. Außerdem muss erkannt werden, dass eine Konstruktion vorliegt, die über den Strahlensatz bearbeitet werden kann. Das kann z.B. durch die Anwendung der Umkehrung des Strahlensatzes oder durch eine entsprechende Modellannahme geschehen. Über eine allgemeine Betrachtung oder über das Einsetzen von Zahlen bzw. Variablen gelangt man mit Hilfe des zweiten Strahlensatzes zur Lösung. Dieser Weg verlangt genuin mathematisches Denken. Man würde ihn auf Stufe IV (umfangreiche technische Verarbeitungsprozesse, wenn man mit den Werten arbeitet) oder V (wenn man mit Hälften argumentiert) ansiedeln.
- andere innermathematische Argumentationen: Man kann zum Beispiel die drei Mittelpunkte der Dreiecksseiten miteinander verbinden und dann Kongruenzen der entstehenden Dreiecke betrachten. Man kann aber auch das obere Teildreieck klappen oder spiegeln. Hier sind auf jeden Fall komplexe Argumentationen nötig, die aber z.T. auch rein intuitiv abgesichert sein können. Sie können auch auf einen Beweis des Satzes von der Mittellinie des Dreiecks führen. Dieses Vorgehen verweist auf Stufe V.

Bereits an dieser Stelle wird deutlich, dass die Aufgabe inhaltlich nicht einer einzigen Kompetenzstufe zugeordnet werden kann. Für diese Aufgabe kann eine Kompetenzstufenzuordnung (die PISA-Gruppe ordnet sie Stufe III zu) also nicht bestätigt werden.

4. Textanalyse

„*Bauernhöfe*“

Diese Überschrift (es handelt sich der Form im Testheft nach um eine Überschrift, nicht nur um eine Aufgabenbezeichnung) konstruiert einen Widerspruch zum Inhalt, da es in der Aufgabe nicht um Bauernhöfe geht. Man darf etwas erwarten, das mit Bauernhöfen zu tun hat: Statistiken über Bauernhöfe, irgendwelche Rechenaufgaben zu dortigen Lebens- bzw. Arbeitsweisen, vielleicht auch architektonisch-geometrische Betrachtungen zu Bauernhöfen. Wir wissen, dass nichts davon passiert. Es geht lediglich um das *Dach eines Bauernhauses*. Es geht also nicht um Bauernhöfe, sondern um *einen* Bauernhof. Konkreter: Es geht nicht um einen Bauernhof, sondern um ein *Bauernhaus*. Es geht nicht um ein Bauernhaus, sondern um das *Dach* eines Bauernhauses. Wenn es sich überhaupt um ein Bauernhaus handelt, so hat die Bauernzuschreibung nichts mit

³ Beschreibung der Kompetenzstufen siehe PISA 2000 (S.159 f.)

dem Problem zu tun. Die Überschrift verspricht also größere Reichhaltigkeit, als die Aufgabe liefert. Der Schüler wird nicht nur - quasi dreieinhalbfach - in die Irre geführt, sondern auch an der Nase herumgeführt. Die Ernsthaftigkeit des Gegenstandes der Aufgabe wird dementiert. Dies kennzeichnet einerseits einen mathematikdidaktischen Habitus, ist aber gleichzeitig wegen seiner Irritationshaltigkeit auch ein Messproblem.

Habituell ist nun die Frage, warum man hier nicht einfach sagen kann, worum es in der Aufgabe geht: Es ist ja kein „Versehen“, dass über einer Aufgabe mit einem Hausdach die Überschrift „Bauernhöfe“ steht. Hier zeigt sich zunächst eine romantisierende Tendenz. Es liegt aufgrund der theoretischen Konstruktionen von PISA (die zugehörige Ebene heißt „situations and contexts“) nahe anzunehmen, dass das dort verwendete Konzept der Schülernähe dem gleichen Habitus folgt. Die Romantisierungstendenz erzeugt hier allerdings eine zusätzliche Verwerfung, weil – nähme man das Schülernähekonzepthier – es viel näher läge, ein Stadthaus zu betrachten. Scheinbar projizieren die Aufgabenersteller die eigenen romantisierenden Bauernhofvorstellungen auch noch auf die Schüler, denen es näher zu kommen gilt. Man würde darüber mehr erfahren, wenn die PISA-Gruppe ihre Aufgabekategorisierungen vollständig veröffentlichen würde: Sie suggeriert in ihrem Theoriekonstrukt, dass die Aufgaben in verschiedene Stufen der Schülernähe eingeteilt wären (OECD 1999, S.50). Es wäre interessant zu erfahren, ob ein Bauernhof dort einen höheren „Schülernäheindex“ erhält als ein Stadthaus.

Hier siehst du ein Foto eines Bauernhauses...

Die Aufmerksamkeit des Lesers wird auf das Foto gelenkt. Es hat damit nicht nur illustrativen Charakter, sondern direkten Bezug zum Text. Dieser Bezug wird im Weiteren nicht eingelöst, das Bauern(?)haus selbst spielt im Folgenden keine Rolle mehr. Sowohl das Foto selbst als auch die Verbindung zum Text produzieren einen Anspruch, der nicht eingelöst wird. Das wäre z.B. möglich, indem die folgenden Geometrieaufgaben irgendeine inhaltliche Rückführung auf das Haus erhalten würden. Diese Logik der Nichtbedeutung des Gegenstandes (die sich bereits mehrfach in der Überschrift fand) findet sich weiter in der Formulierung *ein Foto eines*: Wohlgeformt wären ... *das Foto eines* ... (Spezifizierung des Fotos, Entspezifizierung des Gegenstandes) oder ... *ein Foto des* ... mit nachfolgender Spezifizierung des Hauses (Entspezifizierung des Fotos, Spezifizierung des Gegenstandes). Die gewählte Formulierung schafft eine doppelte Entspezifizierung, zugespitzt: Es ist völlig egal, welches Foto welches Hauses du hier siehst.

... mit pyramidenförmigem Dach.

Die klare Hinführung zur Pyramidenform schafft einen Fokus. Kontrastierend kann man nach *mit* jedes Sujet einführen. Man erkennt, dass der Fokus weg vom Haus hin zum Sujet gelenkt wird. Man kann auch noch Kombinationen mit den Kontrastvarianten zu ... *ein Foto eines* ... betrachten. Die sprachliche Verwer-

fung zwischen der manifesten Bedeutung des realen Gegenstandes „Haus“ und der latenten Vernichtung dieser Bedeutung wiederholt sich hier.

Am Ende des ersten Satzes kann man den objektiven Aufgabentext polemisch zusammenfassen: Wir tun mal so, als ob wir über Bauernhöfe reden. Du siehst hier irgendein Foto irgendeines Hauses. Du sollst dich auf die Pyramidenförmigkeit seines Daches konzentrieren.

..., die eine Schülerin vom Dach des Bauernhauses gezeichnet hat.

Der Schüler wird erneut an der Nase herumgeführt, denn natürlich hat keine Schülerin die Skizze gezeichnet, sondern der professionelle Grafiker, den die PISA-Gruppe dafür bezahlt hat. Hier soll offenbar wiederum ein Schülerbezug konstruiert werden - der sich gleich selbst dementiert. Wahrscheinlich kann man die Aufgabe durch diesen „Schülerbezug“ auf der dritten PISA-Konstruktionsebene „Situations and contexts“ in die Kategorie „daily life“ einordnen. Auch diesbezüglich wäre die Veröffentlichung der Zuordnungen der Aufgaben zu den Kategorien interessant: Steigt der Schülernäheindex, wenn man behauptet, eine Schülerin hätte hier gezeichnet? Und steigt er noch mehr, wenn man wirklich eine Schülerin zeichnen lässt? Oder steigt dann nur noch der Wirklichkeitsindex?

Die Schlinge, die latent schon gelegt war, wird nun auch manifest langsam gezogen: Wir sind ausgehend von den Bauernhöfen über das Bauernhaus beim Dach gelandet. Spätestens jetzt wird deutlich, dass das bisherige Manifeste nur „schmückendes und störendes“ Beiwerk war. Jetzt kommt noch einmal der Dachboden, danach ist die Einkleidung vergessen, man benötigt sie nie wieder - das sieht man jetzt bereits ohne Analyse der latenten Textebene. Selbst in den Fragen wird die Einkleidung nur noch der Dekoration dienen. Die Illusion eines ernstzunehmenden authentischen Realitätsbezugs der Aufgabe ist aber bereits hier zerstört.

Der Dachboden, in der Skizze ABCD, ist ein Quadrat.

Der Begriff Dachboden (Raum zwischen dem obersten Geschoß und dem Dach eines Gebäudes) wird hier regelabweichend verwendet. Für die Figur ABCD gibt es in der Umgangssprache lediglich die Bezeichnung „Boden des Dachbodens“, die hier wahrscheinlich vermieden werden sollte. Man könnte auch vom „Boden des Daches“ oder vom „Boden des Dachgeschosses“ sprechen. Alle vier Formulierungen enthalten Irritationspotential, es ist nicht vermeidbar, wenn man unbedingt bei diesem Gegenstand verbleiben will.

Weder der Dachboden noch der Boden des Dachbodens *ist* ein Quadrat. Kein Dachboden ist ein Quadrat. Und kein Boden eines Dachbodens ist ein Quadrat. Er kann höchstens quadratisch sein.

Der Unterschied zwischen beiden Formulierungen lässt uns erkennen, wie mathematische Fachsprache in die Umgangssprache eingeflossen ist: Wenn ein Kind sich im Verlauf der Sprachentwicklung das Wort „quadratisch“ aneignet, so hat es bereits ein „Vorkonzept“ von einem Quadrat entwickelt. Es weiß dann

bereits - eher implizit als explizit -, dass etwas, das man quadratisch nennt, vier Seiten hat, dass diese gleich lang sind und dass sie senkrecht aufeinander stehen. All diese Eigenschaften werden aber im Verlauf mathematischer „Weiter-Bildung“ erst expliziert und fließen in den Begriff des Quadrats ein. Man wird also - und Experimente sind hier leicht vorstellbar - Kinder finden, die das Wort *quadratisch* verstehen bzw. verwenden können, die eventuell sogar das Wort *Quadrat* verstehen bzw. verwenden können, ohne dabei über ein Konzept des Quadrates in mathematischen Begriffen zu verfügen. Vielleicht kann man das „umgangssprachliche Konzept des Quadrats“ nennen. Daneben gibt es ein Konzept des Quadrats *in mathematischen Begriffen*, etwa: Ein Quadrat ist eine geometrische Figur, bestehend aus vier gleich langen Seiten, von denen die je zwei benachbarten senkrecht aufeinander stehen. „Mathematisierung“ des Quadratbegriffs bedeutet hier, die Alltagsvorstellungen in theoriegeleitete Begrifflichkeiten zu überführen und deren Besonderheiten (Idealisierung, Nichtempirie usw.) zu kennzeichnen.

Nun ist klar, dass es Zwischenstufen geben kann, auf denen der umgangssprachliche Begriff schon überwunden ist, ohne dass bereits ein explizit in mathematischen Begriffen arbeitendes Konzept vorläge. Auf dieser Zwischenstufe würde ein Kind zu einer quadratischen Gehwegplatte schon nicht mehr sagen, sie sei ein Quadrat. Es würde sagen, sie sei quadratisch.⁴ Es könnte aber noch nicht begründen, warum es nicht vom Quadrat redet. Bereits auf dieser Stufe von Sprachentwicklung würde aber der Begriff *Quadrat* bereits in das Reich der Mathematik verweisen, wohingegen *quadratisch* ins Reale gehört. Der Aufgabentext bewegt sich *unterhalb* dieser Entwicklungsstufe und dieses Abstraktionsniveaus.

Diese Erkenntnis lässt sich in kontrastierenden Textvarianten vertiefen:

1. Der Boden des Dachbodens ist/sei quadratisch.
2. ABCD ist/sei ein Quadrat.
3. ABCD ist/sei quadratisch.
4. Der Boden des Dachbodens ist/sei ein Quadrat.

Auffallend ist die mangelnde Wohlgeformtheit von 3. Es ist eine besonders grobe Regelabweichung, wenn eine geometrische Figur als „quadratisch“ bezeichnet wird, nicht nur umgekehrt die Benennung eines realen Gegenstandes als Quadrat (Variante 4). Mit der vorliegenden Formulierung bewegt sich die Aufgabe auf einer Sprachebene, auf der der Unterschied zwischen Quadrat und quadratisch noch nicht realisiert ist. Der vorliegende Text stellt sozusagen eine Mesalliance der wohlgeformten Gelingenvarianten 1 und 2 dar. Hier wird also das Mathematische im Begriff „Quadrat“ zerstört, es wird aber auch das Reale zerstört, indem es in seiner Autonomie verleugnet und als Mathematisches be-

⁴ Diese Exemplifizierung der Zwischenstufe stellt nur eine These dar. Man mag das Bedürfnis verspüren, sie zu überprüfen. Zum Beispiel ist ebenso denkbar, dass der Unterschied zwischen dem Substantiv und dem Adjektiv nicht erst mit der genaueren Kenntnis des Objekts „Quadrat“ auftritt, sondern sich bereits vorher erschließt - dann bewegt sich der Aufgabentext ebenfalls vor dieser Stufe der Sprachentwicklung.

zeichnet wird. Eine für die Lösung hilfreiche Hinführung des Realen zum Mathematischen, also Hilfestellung durch Vorausführung von Teilen des Modellierungsprozesses, findet hingegen nicht statt. Auch eine Positionierung des Mathematischen zum Realen bzw. des Realen zum Mathematischen findet nicht statt.

Die konstruierten Varianten lassen auch eine Untersuchung der vorliegenden Modellierungsanforderung zu: Die höchste Modellierungsanforderung würde durch das Weglassen dieser Information entstehen. Der Schüler müsste dann einerseits selbständig seine Aufmerksamkeit auf die Fläche bzw. Figur richten und er müsste selbständig ermitteln, um welche Fläche es überhaupt geht. 1 bis 4 vermitteln im Vergleich dazu eine zusätzliche Information, nämlich die Information des Quadratischseins. Die Mitteilung des quadratischen Charakter selbst ist für die Flächeninhaltsbestimmung eigentlich überflüssig, denn mitteilungsbedürftig wäre für ein reales Problem lediglich, wenn die Hauswände *nicht* rechteckig zueinander stünden, wenn der Boden also *nicht* quadratisch wäre. Die Angabe der Längengleichheit der Bodenseiten ist zusätzlich redundant.

Die vorgeschlagenen Formulierungen und mit ihnen der Aufgabentext erweisen sich somit als überflüssig. Sie antworten auf eine nicht gestellte und auch sachlich nicht naheliegende Frage: Stehen die Seiten des Vierecks senkrecht aufeinander? Mit der Antwort auf diese aus gutem Grunde nicht gestellte Frage wird das Reale nicht ernst genommen - denn die Untersuchung der Möglichkeit seiner Schiefheit ist absurd und konstruiert. Eine eventuelle Schiefe müsste explizit mitgeteilt werden.

Auch der Modellierungsgedanke wird nicht ernst genommen - es wird zwar so getan, als ob hier eine Modellierungsbedingung mitgeteilt würde, aber es handelt sich nicht um die Herstellung einer Verbindung zwischen Realität und Modell, sondern um eine in beiden „Welten“ überflüssige Information. Eine mögliche Erklärung für diese überflüssige Mitteilung mag darin liegen, dass der Pyramidenbegriff in der Mathematik Körper mit beliebigen konvexen n -Ecken als Grundfläche einschließt. Das macht die Mitteilung aber noch abstruser, weil unter Behauptung mathematisch präziser Information lediglich unterstellt wird, der Schüler könnte ein „pyramidenförmiges Dach“ anders als quadratisch modellieren. In dieser ursprünglich unterrichtlich orientierten Aufgabe zeigt sich darin ein Habitus der Vermeidung von Provokationen⁵. In einer Testaufgabe führt dies

⁵ In der Wahrnehmung der Schüler ist es oftmals willkürlich vom Lehrer bestimmt, welche Modellierung für ein Problem verwendet wird. Der Schüler kann nun mit dieser Willkür spielen, indem er andere Modellierungen vorschlägt. Dazu muss er in diesem Fall die offensichtlich gemeinte Alltagsdeutung von „pyramidenförmig“ verzerren und auf der mathematischen Deutung des Pyramidenbegriffs bestehen. Diesem notwendigen Infragestellen des Gegebenen kann man eigentlich nur mit professioneller Gelassenheit begegnen bzw. sie produktiv nutzen - indem man andere Modellierungen diskutiert. Man kann aber auch wie im Aufgabentext versuchen, solchen Provokationen vorzubauen. Damit produziert man dann Verwerfungen wie in dieser Aufgabe, die wiederum zu Provokationen Anlass geben.

zwar äußerlich zur Vermeidung nicht gewollter, also „falscher“ Modellierungen, erzeugt aber im Gegenzug die hier diskutierten Verwerfungen.

Die Balken, die das Dach stützen, sind die Kanten eines Quaders (rechtwinkliges Prisma) EFGHKLMN.

Hier liegt zunächst eine Falschaussage vor. Die Balken sind nicht *die* Kanten dieses Quaders, sie sind Kanten dieses Quaders. Das Hinzufügen des *die* ist also eine Entexaktifizierung. Man kann weder behaupten, dass dies der Realsituation geschuldet wäre, noch dass es eine sprachliche Vereinfachung darstellen würde. Eine Konstruktion wie ... *eines Quaders (rechtwinkliges Prisma)* ... schafft offensichtlich Irritationspotential: Wer nicht weiß, was ein Quader ist, weiß mit Sicherheit auch nicht, was ein rechtwinkliges Prisma ist, hingegen gibt die Tatsache des Angebens der Information „rechtwinkliges Prisma“ eine zusätzliche Aufgabe: Finde heraus, ob diese Information relevant für das Finden der richtigen Antwort ist. Der Schüler weiß das ja zunächst nicht und kann es bei Unkenntnis des Begriffs Prisma nur schwer entscheiden - hier entsteht also Irritationspotential. Wenn er den Begriff kennt, so steht die Frage „Wozu wird das mitgeteilt?“ Schließlich ist für einen Schüler, der den (ausgesprochen schwierigen) Begriff Prisma kennt, trivial, dass ein Quader rechtwinklig ist. Für ihn liegt hier also ohne zunächst sichtbaren Grund eine überflüssige Information vor. Selbst für den Schüler, der den Begriff kennt, entsteht also Irritationspotential. Sollte die Klammer dazu dienen, Redundanz zu schaffen und die Aufgabe damit zu erschweren, so muss man fragen, zu welchem Zweck das dient, denn die Redundanz liegt nicht im Problem begründet wie bei offenen Problemen. Sie ist künstlich hergestellt und spricht keine auf die Problemlösung bezogene Fähigkeit an, sondern nur die Fähigkeit, eine künstliche Irritation zu überwinden, also Testfähigkeit. Die künstliche Verschwierigung ist aber nicht nur ein Messproblem, sondern auch Ausdruck eines Habitus.

E ist die Mitte von \overline{AT} , F ist die Mitte von \overline{BT} , G ist die Mitte von \overline{CT} und H ist die Mitte von \overline{DT} .

Die Wiederholung der immer gleichen Information wiederholt die bereits diskutierte Struktur der für die Lösung überflüssigen bzw. redundanten Information, die das intuitive Vorgehen stärkt.

Der Begriff *Mitte* bewegt sich innerhalb von Umgangssprache, ist hier gleichwohl in die geometrische Terminologie der Punkte und Strecken eingebunden. Das ist äußerlich zunächst irritierend, denn ausgesprochen steht dort ja: Der Punkt E ist die Mitte der Strecke AT. In konsequent geometrischer Terminologie würde dort *Mittelpunkt* stehen. Trifft man auf Punktbezeichnungen wie E, insbesondere aber auf die Streckenterminologie \overline{AT} , so liegt ein Verweis auf geometrische Terminologie vor. Das verweist auf eine Sprachlichkeit außerhalb von Umgangssprachlichkeit, obwohl Fachsprachlichkeit immer auch in Umgangssprache einfließen kann. Schauen wir uns das näher an:

Bei Dachbalken kann man von einer Mitte sprechen. Diese Mitte ist etwas anderes als ein mathematischer Mittelpunkt, sie ist eine *empirische Mitte*. Sie hat eine Breite, die von der Anforderung abhängt: Will man unter der Mitte eines Dachbalkens einen Stuhl positionieren, so kann diese Mitte durchaus 10 cm breit sein. Will man einen Nagel in die Mitte eines Balkens schlagen, so ist diese Mitte nur einen Millimeter breit. Bezeichnet man diese Mitte nun innerhalb der Bezeichnungsregeln für Punkte, so ist damit nicht der Dachbalken geleugnet, sondern es findet ein Modellierungsschritt statt - nämlich eine Mathematisierung. Gleiches gilt für die Streckenbezeichnungen. Das zeigt, dass dabei nicht einfach Fachsprache in die Umgangssprache fließt, sondern dass dieser Übergang auch eine gewisse (Vor-)Form von Fachlichkeit herstellt: Auch wenn dieser Punkt und diese Strecke noch empirisch gedacht werden, so liegen sie doch schon nahe an einem geometrischen Umgang mit dem Gegenstand. Das Seltsame an der Verwendung von *Mitte* statt *Mittelpunkt* bleibt damit aber bestehen: Mit der Verwendung der Punktbezeichnungen E, A und T ist der Gedanke von Punkten ja bereits dreifach eingebracht. Die Verwendung von *Mitte* wird damit nicht zu einem Verzicht auf den Terminus *Mittelpunkt*, sondern sie ist ein Schritt zurück in die Realsituation - als ob jemandem plötzlich eingefallen ist, dass man hier doch nicht einfach vom Mittelpunkt sprechen kann. Hier wird verweigert, sich klar innerhalb des Modellierungsprozesses zu verorten. Sequentiell gedacht, geht hier jemand einen Schritt in die Welt der Punkte, geht dann wieder raus und dann „vielleicht“ wieder rein. Damit liegt eine Wiederholung der bereits gezeigten Struktur der statischen Verwerfung von Realem und Modell vor. Auf eine Zueinanderführung bzw. Vermittlung zwischen Realem und Modell wird auch hier verzichtet.

Das Problem kann noch präziser gefasst werden: Es besteht das Problem, zwischen dem Realem und dem Modell zu „vermitteln“ – diesen Begriff benutzt die PISA-Gruppe (siehe Meyerhöfer 2005, Abschnitt 4.2., Stichwort Modellbildung). Diese Vermittlung soll durch die Teilprozesse mathematisieren → verarbeiten → interpretieren → validieren innerhalb des Modellierungsvorganges stattfinden. Man möchte sich bei Aufgaben nicht darauf beschränken, entweder das Reale oder das Modell vorzugeben: Würde man nur das Reale vorgeben, so würde die Aufgabe zumindest als Testaufgabe zu schwer bzw. zu aufwendig. Würde man nur das Modell vorgeben, so wäre keine Modellierungsanforderung gegeben. Man muss also bereits in der Aufgabenstellung zwischen dem Realem und dem Modell „vermitteln“. Das kann beispielsweise geschehen, indem man Teile einer Mathematisierung angibt oder Verarbeitungs- oder Interpretationshilfen einbaut. Dabei muss einerseits sowohl das Reale als auch das Mathematische (bzw. das Modell) in seiner Autonomie und Authentizität respektiert und aufgenommen werden. Andererseits soll das Reale in das Modell fließen und umgekehrt soll das Modell das Reale widerspiegeln und die mit Hilfe des Modells gewonnenen Erkenntnisse sollen auf das Reale projizierbar sein.

Das in dieser Aufgabe auftretende Phänomen ist nun nicht einfach eine Nicht-Vermittlung. Es ist der gescheiterte Versuch einer Vermittlung. Das Scheitern

besteht in einem unsystematischen und unvermittelten Ineinanderschieben der beiden Elemente, die vermittelt werden sollen - also in einer Verwerfung. Ursache ist die Nichtrespektierung und Nichtaufnahme der Autonomie und Authentizität sowohl des Realen als auch des Mathematischen.

Jede Kante der Pyramide in der Skizze misst 12 m.

Hier wiederholt sich die bereits rekonstruierte Struktur der für die Lösung überflüssigen bzw. redundanten Informationen, die das intuitive Vorgehen stärkt.

Manifest liegt eine Modellierungshilfe vor, wie die PISA-Gruppe sie wegen der sonst zu hohen Aufgabenschwierigkeit begründet hat. Man mag die Frage stellen, ob diese Information nicht an irgendeiner Stelle gegeben werden muss: Im Sinne der Mitteilung, dass die Seitenlänge 12 m ist, ist die Information redundant, weil die Seitenlänge in der Zeichnung verzeichnet ist. Durch die Mitteilung wird also ein weiterer Informationskanal eröffnet und damit die Bearbeitungswahrscheinlichkeit eventuell vergrößert. Gleichzeitig wird nochmals die Ernsthaftigkeit des Realproblems zerstört, denn eine Schülerin, die ein Dach skizziert, hätte keinen Grund, diesen Satz dazuzuschreiben.

Im Sinne einer Modellierung ist die Information nicht nötig, weil ein Modellierungsschritt in der Annahme der Regelmäßigkeit des Daches bestehen würde: Drei Seitenlängen sind in der Zeichnung bereits angegeben, und es liegt nicht nahe anzunehmen, dass die anderen Pyramidenkanten andere Längen haben. Wenn man etwas anderes annimmt, dann erhält man ein anderes Ergebnis. Das wäre in einer Klassenarbeit auch kein Problem, denn auch mit der eher abseitigen Modellierung eines schiefen Daches kann man arbeiten. Im vorliegenden Aufgabentext ist dieser Weg aber durch das Quadratische des Bodens verstellt.

An dieser Stelle des Textes geht es nur noch um eine Pyramide. Der Real-schnörkel ist jetzt endgültig abgelegt, wir scheinen endgültig in der Mathematik angekommen zu sein. Der Text kann sich aber auch hier nicht vollständig aus dem Empirischen in die Mathematik verabschieden, denn die Kante ist nicht 12 m lang, sie *misst*.

1. Berechne den Flächeninhalt des Dachbodens ABCD.

Der Flächeninhalt des Dachbodens ABCD = _____ m².

Hier wiederholen sich die Struktur der Verwerfung von Modell und Realität und des Nichternstnehmens des Problems. Der Dachboden ist nur noch Attrappe. Die Verwerfung wird nochmals zugespitzt: Jetzt ist der Dachboden nicht mehr nur „in der Skizze ABCD“, jetzt *ist* der Dachboden selbst ABCD. Um Modellierung geht es aber wiederum nicht, es geht ausschließlich um Berechnung. In der Aufgabenstellung steht also eine komplex verworfene Einkleidung gegen eine triviale Rechenoperation: Zu berechnen ist lediglich $12 \cdot 12$.

Die weitere Reduzierung des inhaltlichen Anspruchs durch Vorgabe der Einheit stellt ebenfalls nur eine Wiederholung von bereits Vorgefundenem dar.

Die unzulässige Vermengung eines deutschen Satzes mit mathematischen Symbolen reproduziert die bereits herausgearbeitete Struktur der Zerstörung des Fachsprachlichen.

2. Berechne die Länge von \overline{EF} , einer der waagerechten Kanten des Quaders.

Die Länge von \overline{EF} = _____ m.

Hier wird nicht einmal mehr der Anschein aufrechterhalten, es ginge um etwas Reales. Auf bizarre Weise wiederholt sich die auch hier überflüssige Bezugnahme auf den Quader. Zur Wiederholung der Verwerfungsstruktur kommt auch hier die Reduzierung des Aufgabenanspruchs auf das Berechnen: An *Rechnung* ist nur die Halbierung von Zwölf zu leisten. Hier werden gar nicht Lösungswege geschwächt – denn es gibt keinen Lösungsweg, der sich im Halbieren von Zwölf erschöpfen würde. Hier werden die wesentlichen Teile des Lösungsprozesses unterlaufen. Die Formulierung *Bestimme* ist eine einfache Alternative, deren Generierung offenbar habituell nicht möglich war.

Ich beende die Interpretation an dieser Stelle, weil sie empirisch bereits gesättigt ist. Offensichtlich ist es unfruchtbar, anhand der Aufgabenstellungen einen weiteren Falsifikationsversuch für die bisher herausgearbeiteten Strukturen vorzunehmen.

5. Fazit

Die Aufgabe „Bauernhöfe“ wird von der PISA-Gruppe als typisches Beispiel für den *Realistic Mathematics Education*-Ansatz bezeichnet:

„Charakteristisch ist vor allem wieder, dass eine außermathematische Situation (Foto) sogleich durch eine schematische Zeichnung ergänzt wird, sodass beides, außer- und innermathematische Zusammenhänge, gleichzeitig angezeigt sind.

Das Item „Bauernhöfe 1“ fragt nach dem Flächeninhalt des Dachbodens. Dies erfordert eine rechnerische Modellierung, die auf einen einfachen Standardalgorithmus (Berechnung des Flächeninhalts eines Quadrats) führt. Mit diesen Anforderungen liegt die Aufgabe noch auf Kompetenzstufe II. „Bauernhöfe 2“ ist ebenfalls eine rechnerische Modellierungsaufgabe. Die Berechnung der Länge des Balkens EF erfordert jedoch, zusätzliche schulische Kenntnisse heranzuziehen. Solches Wissen kann - dahingestellt, ob es bewusst angewandt wird oder nicht und ob es vom Bearbeiter so benannt wird oder nicht - Kenntnis der Strahlensätze oder Kenntnisse über die Mittellinie eines Dreiecks bedeuten. Allerdings ist auch denkbar, dass man die korrekte Antwort (6 m) intuitiv abschätzt.“ (PISA 2000, S.151)

Bereits die Generierung von Lösungswegen hat gezeigt, dass die Aufgabe mehr bzw. anderes misst als die PISA-Gruppe hier darstellt. Sie misst zunächst auch andere Kompetenzen. Zusätzlich misst die Aufgabe in vielerlei Weise Testfähigkeiten wie Resistenz gegen Realitätsbehauptungen, gegen Verhöhnung („Ander-Nase-herumgeführt-werden“) und gegen verbale Umstellungen des Problems, Irritationsresistenz, Durchhaltefähigkeit.

„Ziel des PISA-Tests ist es ... zu prüfen, ob Schülerinnen und Schüler grundlegende mathematische Konzepte so verstanden haben, dass sie mit diesen Werkzeugen Problemsituationen aus unterschiedlichen Kontexten behandeln können.“ (ebd., S.143)

In der Aufgabe Bauernhöfe 1 ist der Flächeninhalt eines Quadrats in einem Kontext zu bestimmen. Von einem „grundlegenden mathematischen Konzept“ kann man hier sicher nur schwerlich sprechen, das mathematische Konzept des Quadrates wird außerdem beschädigt. Für die Aufgabe Bauernhöfe 2 bleibt unklar,

welches „grundlegende mathematische Konzept“ der Schüler hier „verstanden“ haben soll. Die Mittellinie des Dreiecks? Intuition als grundlegendes mathematisches Konzept? Messen? Strahlensatz? Auch hier würde man nicht von „grundlegenden mathematischen Konzepten“ sprechen, die der Test erfassen möchte. Der Text dementiert die Orientierung an Konzepten zusätzlich, indem er auf die Anforderung des *Berechnens* fokussiert, wobei lediglich zwölf mal zwölf und zwölf durch zwei zu rechnen ist.

Die Analyse dieser exemplarischen Aufgabe zeigt eine Reihe von Problemen:

1. Die reale Situation wird nicht ernst genommen. Sie hat keine Bedeutung für das mathematische Problem. Dies zeigt sich erstmals in der Überschrift „Bauernhöfe“. Es geht in keiner Weise um Bauernhöfe und die Überschrift verspricht eine Reichhaltigkeit, die die Aufgabe nicht liefert.

Die Aufmerksamkeit des Lesers wird auf irgendein Foto irgendeines Bauernhauses gelenkt, welches dann aber auch nicht weiter interessiert. Zusätzlich wird die manifeste Bedeutung des Hauses sofort durch die Fokussierung auf die Pyramidenförmigkeit des Daches zerstört.

Die Struktur wiederholt sich in der Zerstörung der Bedeutung des Realen durch die Konstruktion mit *Der Dachboden ... ist ein Quadrat*. Mit *Jede Kante der Pyramide ... ist das Reale* endgültig versunken und muss in den Aufgabenstellungen nur noch als Dekoration erhalten. Ein Rückbezug auf das Dach findet nicht statt, die Aufgabenstellungen haben mit dem Dach auch gar nichts zu tun.

Diese Struktur führt direkt zu einer weiteren Aussage:

2. Der Schüler wird in seiner Rolle als Problemlöser nicht ernst genommen. Der Schüler wird einerseits an der Nase herumgeführt, wenn er sich auf die Realsituation einlässt. Er wird dann vergeblich nach in der Überschrift versprochenen Inhalten suchen. Hier liegt auch ein gewisser Zynismus gegenüber jenem Schüler, welcher sich interessanten Themenstellungen ernsthaft zuwendet. Er soll sich ein angebliches Bauernhaus ansehen, ohne dass sich ein Grund dafür zeigen wird. Ihm wird erzählt, eine Schülerin - also quasi eine Kollegin - habe eine Skizze angefertigt. Es gibt aber keine Skizze, sondern eine Zeichnung, und die wurde nicht von einer Schülerin angefertigt. Der Schüler wird sprachlich auf ein Niveau zurückverwiesen, auf dem er kein mathematisches Konzept eines Quadrats hat und auf dem er nicht einmal unterscheiden könnte, ob eine Gehwegplatte ein Quadrat oder quadratisch ist. Zu guter Letzt werden ihm zwei in dieser Konstellation triviale mathematische Probleme in einer präntiösen und sprachlich verschwierigenden Verpackung präsentiert.
3. Die Aufgabe ist sprachlich unnötig verschwierigt. Dies ist nicht der realen Situation oder dem mathematischen Inhalt geschuldet. Eine Anforderung an den Schüler besteht darin, diese Verschwierigung zu überwinden, um zur - relativ dazu - einfachen mathematischen Aufgabe vorzudringen. Eine zweite Anforderung besteht darin, Irritationen durch sprachliche Regelverletzungen zu überwinden.

In jeder Kommunikationspraxis erfolgt eine gedankliche Heilung von Regelverletzungen („Das hat sie wohl so gemeint“). Sonst wäre Kommunikation gar nicht möglich.⁶ Der ge-

⁶ Dies merkt man besonders klar bei Transkriptionen von Unterrichtssituationen: Würden im Unterricht nicht ständig gedankliche Heilungen und Interpretationen passieren, würde niemand etwas verstehen. Beim ersten Lesen eines Unterrichtstranskripts findet man oft nicht heraus, was der Inhalt des Textes ist. Man muss sich dazu erst in die mündliche, immerfort Regelverletzungen heilende und halbe Sätze gedanklich vervollständigende mündliche Situation versetzen.

dankliche Heilungsaufwand ist bei schriftlichen Texten besonders hoch, weil sie in besonderer Weise dem Anspruch an Wohlgeformtheit unterliegen.⁷ Bei schriftlichen Prüfungen ist dieser Anspruch nochmals verschärft: Je wertvoller die durch die Prüfung zu vergebende Zukunftschance, desto bedeutender wird die sprachliche Wohlgeformtheit der Aufgabenstellung (und der Lösung) - desto stärker aber auch der intellektuelle Anspruch, um mangelnde Wohlgeformtheit zu heilen. Der Prüfling kann einerseits nicht einfach sagen: Ach, „die“ werden das schon so und so gemeint haben. Er muss andererseits immer in Erwägung ziehen, dass der Umgang mit der Abweichung von sprachlicher Wohlgeformtheit zur Prüfungsanforderung gehört.

Im Text liegen mehrere sprachliche Verschwierigungen vor. Alle aufgefundenen Verschwierigungen sind unnötig. Alternativen sind leicht zu finden. Alle Verschwierigungen hängen aber mit der Konstruktion einer Modellierungsillusion zusammen.

4. Statt den Schüler im Übergang von der Realität zum mathematischen Modell zu begleiten, werden das Reale und das Mathematische in ihrer Autonomie und Authentizität nicht ernst genommen, sondern miteinander verworfen. Das deutet sich in der Struktur des Nichternstnehmens und an-der-Nase-Herumführens im Vortext an, zeigt sich dann erstmals deutlich in der verworfenen Aussage *Der Dachboden ... ist ein Quadrat*. Das Reale wird mit dem Modell gleichgesetzt, ebenso bei den Balken, die *Kanten eines Quaders sind*. Mit der überflüssigen Quadrataussage wird eine Frage beantwortet, die weder in der Realität noch im Modell steht. Gleichzeitig wird dadurch manifest ein Modellierungsgedanke konstruiert, der sich aber als nicht existent erweist. Auch eine Modellierungsanforderung besteht gar nicht mehr, nur noch die Aufgabe, den Flächeninhalt eines Quadrats zu berechnen.

Manifest wird im Aufgabentext eine Verbindung zwischen dem Dach bzw. seinen Stützbalken und dem Modell gezogen. Die dabei vermittelte Information läuft aber ins Leere, weil sie für die Problemlösung überflüssig ist. Es liegt also keine Verbindung zwischen der Realität und dem Modell als Modell für eine Problemlösung vor. Es findet kein Modellierungsvorgang statt, er wird nur behauptet.

Der durch die Klammer implizierte Satz ‚*Die Balken sind Kanten des rechtwinkligen Prismas EFGHKL MN.*‘ dementiert (wenig wohlgeformt) eine Modellierungsanforderung, verbunden mit dem äußeren Anschein einer fachlichen Präzisierung, die keine Präzisierung ist.

Im nächsten Satz und in den Aufgabenstellungen wiederholt sich die Verwerfung von Realem und Modell. Sie findet sich also in jedem Satz des mathematischen Haupttextes.

5. Das Mathematische wird in dieser Aufgabe missachtet. Im vorigen Punkt wurde bereits gezeigt, dass das Mathematische in seiner Autonomie und Authentizität gegenüber dem Realen zerstört wird. Es wurde auch bereits darauf hingewiesen, dass hier inhaltlich einfache Aufgaben stehen: Man muss den Flächeninhalt eines Quadrats bestimmen und man muss intuitiv die Länge der Mittellinie eines gleichseitigen Dreiecks bestimmen, kann hier aber auch andere, anspruchsvollere Lösungswege beschreiten. Die Einfachheit wird durch

Trotz der Normalität des Heilens von Regelverletzungen erfordert die Heilung intellektuellen Aufwand. (Extrembeispiel: Nur Eltern verstehen anfangs ihre Kinder. Je ferner von Sprachregeln die Kinder sprechen, desto weniger Personen sind bereit bzw. in der Lage, die „Heilungsarbeit“ auf sich zu nehmen.)

⁷ Das wird durch das Aufkommen privater E-Mails besonders gut illustriert: Je vertrauter wir mit dieser schriftlichen Form sind, umso leichter fällt es uns, ihre mangelnde Wohlgeformtheit gedanklich zu heilen und umso größere Nichtwohlgeformtheit wagen wir. Orthographische, grammatikalische oder Ausdrucksfehler werden quasi überlesen. Diese gegenseitige vergrößerte Heilungsbereitschaft begründet den Charakter dieser Form als zwischen mündlichen und schriftlichen Texten stehend.

sprachliche Verschwierigungen, sprachliche Irritationen bzw. Verwerfungen und pseudo-motivationale Aufblähungen zugedeckt. Durch die Zerstörung der Modellierungsanforderung wird auch mathematischer Anspruch zerstört. Ein Dachboden wird als Quadrat eingeführt, damit wird der mathematische Begriff des Quadrats beschädigt, der Begriff des Mittelpunkts hingegen wird verweigert. Die Struktur zieht sich bis in den letzten Satz durch: Nicht einmal im dort sprachlich konstruierten mathematischen Raum darf die Länge mathematisch sein, sie bleibt empirisch.

6. Redundante Informationen erwachsen nicht aus der Problemstellung, sondern werden künstlich erzeugt.
7. Die Problemstellung und der Aufgabentext fördern für Aufgabe 2 den Lösungsweg über Intuition. Das Herausarbeiten solcher Präferenzen mit Hilfe der Objektiven Hermeneutik ermöglicht, verschiedene Lösungshäufigkeiten von Aufgaben zu deuten. In Meyerhöfer (2004, S. 188-190; 2005, S. 153-156) werden zum Beispiel die unterschiedlichen Lösungshäufigkeiten dreier mathematisch ähnlicher PISA-Aufgaben auf diese Weise diskutiert. Die objektiv-hermeneutischen Interpretationen gestatten dabei tiefere Einsichten in die Gründe für die erhaltenen Daten. Die entsprechenden Deutungen erweisen sich dabei als fraglich.

Beide Aufgaben gehören zur Leitidee „Raum und Form“ und werden dem Typ 1B „rechnerische Modellierung“ zugerechnet: „Zur Lösung der Aufgabe ist eine Modellierung erforderlich. Diese ist jedoch unter Rückgriff auf einen einzigen Algorithmus, eine einzige Formel möglich. Es ist also die passende Formel, das passende Verfahren, die passende Prozedur aus dem vorhandenen Wissen auszuwählen und dann anzuwenden. Das zur Modellierung erforderliche Wissen stammt aus einem einzigen mathematischen Gebiet“ (Neubrand u.a. 2001, S.52). Die Analyse hat gezeigt, dass hier keine Modellierungen vorzunehmen sind, weil jegliche Modellierungsanforderung bereits zerstört ist. Mathematisch besteht die Aufgabe darin, ebene Probleme aus einem zunächst räumlichen Problem herauszuschälen und diese ebenen Probleme dann zu lösen. Die PISA-Gruppe hat allerdings ihren Modellierungsbegriff so weit gefasst, dass sie selbst das Herausschälen eines ebenen Aspekts aus einem räumlichen Problem noch als Modellierung bezeichnen wird. Das zeigt aber nicht, dass hier modelliert werden muss, sondern dass der PISA-Modellierungsbegriff keine Trennschärfe besitzt.

Wegen der zerstörten Modellierungsanforderung gehört die Aufgabe „Bauernhöfe 1“ zum „Typ mathematischen Arbeitens“ 1A „technische Aufgaben“: „Die Aufgabe erfordert nur technische Fertigkeiten und/oder den Abruf von Faktenwissen“ (Neubrand u.a. 2001, S. 52). Die Einordnung in die internationale Competency Class „reproduction, definitions and computations“ (siehe OECD 2000, S. 47) kann bestätigt werden.

Für die Aufgabe „Bauernhöfe 2“ kann man eine Einordnung nur schwerlich vornehmen. Der intuitive Weg findet keinen Platz im Kategoriensystem der PISA-Gruppe. Der Weg des Messens und der Weg über die Mittellinie des Dreiecks kann unter 1A oder 1B eingeordnet werden, je nachdem wie weit man dem PISA-Modellierungsbegriff folgt. Der Weg über den Strahlensatz könnte dementsprechend unter 1A eingeordnet werden, wenn man dem PISA-Modellierungsbegriff folgt unter 2B. Die Einordnung in die internationale Kate-

gorie „connections and integration for problem solving“ kann nur für den Weg über den Strahlensatz bestätigt werden, diese Einordnung widerspricht aber der deutschen Einordnung unter 1B, hier deuten die nationale und die internationale PISA-Gruppe die Kategorien bzw. die Aufgabe wohl verschieden.

Die Aufgabe „Bauernhöfe 1“ wird bei einer internationalen Lösungshäufigkeit von 61 % (Deutschland 51 %) bei 492 Punkten und damit auf Kompetenzstufe II eingeordnet. Wenn man sich auf die Kompetenzstufenbeschreibung der PISA-Gruppe einlässt (zu Schwierigkeiten mit dieser Beschreibung vergleiche Meyerhöfer 2004), dann kann man dieser Einordnung nach der Analyse folgen, und zwar unabhängig von der Zuordnung zum Typ mathematischen Arbeitens. Bei „Schwierigkeits“vergleichen mit nationalen Aufgaben ist allerdings zu beachten, dass die nationalen Aufgaben nur aufgrund der nationalen Lösungshäufigkeiten in die Skala eingeordnet werden, die internationalen Aufgaben hingegen aufgrund der internationalen Werte. Diese Aufgabe würde mit ihrem nationalen Lösungswert von 51% auf Stufe III eingeordnet werden, also plötzlich „schwerer“ sein, eine weitere Illustration der problematischen Konstruktion des Kompetenzstufenmodells.

Die Aufgabe „Bauernhöfe 2“ wird bei einer internationalen Lösungshäufigkeit von 55 % (Deutschland 41 %) bei 524 Punkten und damit auf Kompetenzstufe III eingeordnet. Bereits bei Betrachtung der verschiedenen Lösungswege zeigt sich, dass diese Einordnung inhaltlich nicht gerechtfertigt werden kann, da die verschiedenen Lösungswege bereits auf verschiedene Kompetenzstufen verweisen. Die nochmalige Brechung der Kompetenzstufenzuordnung durch die sprachlichen Verwerfungen kommt hinzu.

Konsequenz: Dass unsere Analyse die Einstufungen der PISA-Gruppe bezüglich der „Typen mathematischen Arbeitens“ und bezüglich der inhaltlichen Füllung der „Kompetenzstufen“ nicht bestätigt, verweist auf die Notwendigkeit der besonderen Beachtung dieses Problems.

Für die Untersuchung des PISA-Tests wurden in einem kontrastierenden Verfahren weitere Aufgaben ausgewählt und interpretiert. Die sich bereits in der Aufgabe „Bauernhöfe“ andeutenden Probleme reproduzieren sich dort. Überraschend ist, dass die Zerstörungen des Mathematischen sich auch in Aufgaben zeigen, die keinen Bezug zum Realen haben, so dass nicht davon auszugehen ist, dass diese Zerstörungen erst mit den fehlgeschlagenen Vermittlungen von Mathematischem und Realem entstehen.

Es finden sich auch einige Testaufgaben, in denen keine Verwerfungen auftauchen und solche, die den Gegenstand ernst nehmen.

Insgesamt zeigt sich allerdings, dass der PISA-Mathematiktest als Instrument zur Messung mathematischer Leistungsfähigkeit nicht geeignet ist: Es bleibt unscharf, was gemessen wird und was gemessen werden soll. Es tritt ein breites Spektrum an Testfähigkeiten zutage, welche unkontrolliert in das Messergebnis einfließen. Das Problem des Ratens ist auch bei PISA ungelöst. Es hat nicht nur keine Operationalisierung eines Messkonstrukts stattgefunden, auch die statt

dessen vorgenommene Zuordnung der Testaufgaben zu Aufgabenkategorien erweist sich als nicht stimmig. Das Kompetenzstufenmodell, mit welchem (wegen des fehlenden Testkonstrukts) die Resultate interpretiert werden, erweist sich als nicht haltbar (vgl. Meyerhöfer 2004a). In den Aufgaben zeigen sich problematische Elemente eines mathematikdidaktischen Habitus: Manifeste Orientierung auf Fachsprachlichkeit und latente Zerstörung des Mathematischen, Illusion der Schülernähe als Verblendung, Kalkülorientierung statt mathematischer Bildung, Misslingen der „Vermittlung“ von Realem und Mathematischem bei realitätsnahen Aufgaben. Letzteres gründet in der Nichtbeachtung der Authentizität sowohl des Realen als auch des Mathematischen. Ich habe die genannten Habituselemente unter dem Stichwort der „Abkehr von der Sache“ zusammengefasst.

6. Literatur:

- Kintsch, W. (1974): The representation of meaning in memory. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kintsch, W. (1994): Kognitionspsychologische Modelle des Textverstehens: Literarische Texte. In K. Reusser, M. Reusser-Weyenet (Hrsg.), Verstehen. Psychologischer Prozeß und didaktische Aufgabe, S. 39 – 54. Bern: Verlag Hans Huber.
- Kintsch, W. & van Dijk, T.A. (1978): Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, pp 363-394.
- Meyerhöfer, W. (2004): Was testen Tests? Objektiv-hermeneutische Analysen am Beispiel von TIMSS und PISA. Potsdam: Universität Potsdam. (Promotion an der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam)
- Meyerhöfer, W. (2005): Tests im Test. Das Beispiel PISA. Leverkusen: Barbara Budrich Verlag.
- Meyerhöfer, W. (2004a): Zum Kompetenzstufenmodell von PISA, *Journal für Mathematik-Didaktik* 3/4, auch unter http://www.math.uni-potsdam.de/prof/o_didaktik/mita/me/Veroe
- Neubrand, M.; Biehler, R.; Blum, W.; Cohors-Fresenborg, E.; Flade, L.; Knoche, N.; Lind, D.; Löding, W.; Möller, G. & Wynands, A. (Deutsche PISA-Expertengruppe Mathematik) (2001): Grundlagen der Ergänzung des internationalen PISA-Mathematik-Tests in der deutschen Zusatzerhebung. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 33 (2), S. 45-59.
- PISA 2000: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.) (2001): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Reusser, K. (1989): Vom Text zur Situation zur Gleichung. Kognitive Simulation von Sprachverständnis und Mathematisierung beim Lösen von Textaufgaben. Habilitationsschrift, Universität Bern. (Neudruck Zürich 1995)
- OECD (1999): Measuring student knowledge and skills. Paris: OECD.
- Van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983): Strategies of Discourse Comprehension. N.Y.: Academic Press.