

HENDRIK HÄRTIG, CARLOS PEHLKE, HANS E. FISCHER UND ANNETT SCHMECK

**Sind Fachsprache und Fachwissen bezogen auf Physik unterscheidbar?**

Is there a difference between physics language and physics knowledge?

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss thematisieren ausdrücklich fachsprachliche Fähigkeiten. In der Evaluation der Bildungsstandards in den Naturwissenschaften werden die fachsprachlichen Fähigkeiten bislang allerdings nicht getrennt erfasst. Vor allem im Forschungsbereich *Kommunikation im Physikunterricht* aber auch bei der Beurteilung der Validität von Tests gibt es jedoch Befunde, die auf die Bedeutung fachsprachlicher Fähigkeiten hindeuten. In der hier dargestellten explorativen Studie wird die Interdependenz zwischen Fachwissen, Fachsprache und Unterrichtssprache als Schülerfähigkeiten erstmals empirisch untersucht. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass physikbezogenes Fachwissen, physikbezogenes Begriffsverständnis (als Aspekt fachsprachlicher Fähigkeit) und allgemeines Leseverständnis als drei getrennte Fähigkeiten aufgefasst werden können.

Schlüsselwörter: Fachsprache, Kompetenz, Fachbegriffe, Testentwicklung, Lesefähigkeit

## ABSTRACT

Physics language skills are part of German Educational Standards. Within the evaluation of the German Educational Standards, physics language skills are not assessed as a specific skill so far. Either in research on communication as science competence or concerning test-validity in science assessments, there is evidence, that scientific language might be considered as important skill besides scientific knowledge and general language skills. Thus, in this study we take a closer look at the interdependence of scientific language, scientific knowledge and general language. The presented results give a hint that physics knowledge, physics term-understanding (as part of scientific language) and general reading ability might be three skills.

Keywords: Competence model, test development, scientific language, reading ability

**1 Einleitung**

Fachsprachliche Fähigkeiten finden sich in den Bildungsstandards implizit und explizit an mehreren Stellen in den geforderten

Regelstandards – z. B. als „beschreiben Phänomene“ oder „unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung“ (KMK, 2005). Fachsprache beinhaltet dabei die Lexik (Termini, Nomi-

nalisation, Abkürzungen, etc.), die Syntax (Relativsätze, substantivische Textkohäsion, etc.) und die Textebene (Gesamtgestaltung, inkl. Abbildungen, Formeln, etc.) (Roelcke, 2010). Fachsprache kann sowohl als Grundlage für konzeptuelles Verständnis im Kompetenzbereich Fachwissen (Yore, Pimm und Tuan, 2007), als auch als Grundlage für Kommunikation im Fach (Kulgemeyer, 2010) angesehen werden. Insgesamt ist das Verhältnis zwischen Unterrichtssprache, Fachwissen und Fachsprache jedoch nicht genau geklärt. Zudem fehlen derzeit validierte Instrumente für die Diagnose der Fähigkeiten in physikbezogener Fachsprache. Mit der hier vorgestellten Studie soll die Interdependenz von Unterrichtssprache, Fachwissen und Fachsprache als verschiedene Fähigkeiten näher betrachtet werden. Es handelt sich dabei um eine explorative Studie, die zunächst das Forschungspotential aufzeigen soll, bevor mit Modellüberprüfungen mittels skalierten Instrumente begonnen werden kann.

## 2 Theorie

### 2.1 Untersuchung fachsprachlicher Fähigkeiten als Komponente von Physikkompetenz

Bislang werden fachsprachliche Fähigkeiten vor allem in empirischen Arbeiten zur Kommunikation im Physikunterricht (Fischer, 1998) oder als Ergebnis von Physikunterricht (Kulgemeyer und Schecker, 2009) berücksichtigt. Im Rahmen dieses Kurzbeitrags soll keine aus-

föhrliche Diskussion der verschiedenen Modelle zur Kommunikation oder Linguistik erfolgen (siehe dazu bezogen auf Fachdidaktik: Kulgemeyer, 2010). Vielmehr möchten wir begründen, dass verschiedene fachsprachliche Merkmale, wie die Lexik (z. B. Rincke, 2010) oder die Syntax (z. B. Starauscheck, 2006) sowohl in einem Bezug zum Fachinhalt stehen, als auch als Grundlage für Kommunikation dienen (vgl. Kulgemeyer, 2010). Yore, Pimm und Tuan (2007) unterscheiden einen *elementaren* Bestandteil (*fundamental sense*) sowie einen *abgeleiteten* Bestandteil (*derived sense*) der Scientific Literacy. Der elementare Bestandteil der Scientific Literacy fokussiert unter anderem auf fachsprachliche Aspekte; zusammen mit anderen kognitiven Fähigkeiten wie Intelligenz bildet er die Basis für ein konzeptuelles Verständnis im Sinne von Fachwissen. In Anlehnung an Yore, Pimm und Tuan (2007) werden hier fachsprachliche Fähigkeiten als unterscheidbar von konzeptuellem Fachverständnis (als Fachwissen) angenommen. Beide Fähigkeiten – Fachsprache und Fachwissen – würden dann in fachlicher Kommunikation zusammen relevant, indem man über fachliche Inhalte unter Verwendung korrekter Fachsprache kommuniziert. (vgl. Kulgemeyer, 2010). Bisher wurde jedoch nicht untersucht, inwieweit es sich bei der Beherrschung verschiedener Aspekte der Fachsprache (Lexik, Syntax, etc.) um Fähigkeiten handelt, die sich nicht ausschließlich auf Fachwissen beziehen sondern auch auf Sprachkenntnisse. Stattdessen werden fachsprachliche Fähigkeiten und fachliche Fähigkeiten in einem

allgemeinen Kompetenzbegriff subsumiert, der sich an einem Scientific Literacy-Ansatz orientiert.

In der hier vorgelegten Studie geht es um den Bezug zwischen Fähigkeiten im Fachwissen und in der Fachsprache. Da es sich um eine erste explorative Untersuchung handelt, fokussiert die Arbeit zunächst auf *Termini*, weil diese in der Fachdidaktik bereits mehrfach Gegenstand der Forschung waren (vgl. Härtig, 2010) und somit eine theoretische und empirische Grundlage für die Untersuchung existiert. So zeigte sich z. B., dass als *Terminus* in die Fachsprache adaptierte umgangssprachliche Begriffe bei den Befragten zu Verständnisschwierigkeiten führten (Bach, 1984). Im Sinne des semiotischen Dreiecks wird *Terminus* als fachbezogener Begriff verstanden, der ein bestimmtes Wort mit einem Objekt in einen Bedeutungszusammenhang setzt (vgl. von Glasersfeld, 1992). (Fachbezogenes) Begriffsverständnis bezeichnet dann die Fähigkeit, den richtigen *Terminus* in einem bestimmten fachlichen Kontext identifizieren zu können. Unseres Erachtens ist dies nicht zwingend identisch mit der Fähigkeit, den *Terminus* z. B. in Aufgabenlösungen fachlich adäquat definieren und benutzen zu können.

## 2.2 Der Scientific Literacy Gedanke und die Bildungsstandards

Der Scientific Literacy-Ansatz wird sowohl z. B. in allen PISA Erhebungen als theoretische Grundlage für die Konstruktion der Aufgaben herangezogen (Bybee, McCrae und Laurie, 2009; Bybee, 1997),

als auch in den nationalen Bildungsstandards für die naturwissenschaftlichen Fächer aufgegriffen (Köller, 2007). Aktuell ist die Evaluation der Bildungsstandards in den Naturwissenschaften [ESNaS] in den Bereichen „Umgang mit Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ in Vorbereitung. Dafür wurden Aufgaben entsprechend eines Kompetenzmodells entwickelt, pilotiert und normiert (Walpuski, Kampa, Kauertz und Wellnitz, 2008). Der Scientific Literacy Gedanke – in der Interpretation von Yore, Pimm und Tuan (2007) – wird in diesem Kompetenzmodell zwar nicht explizit aufgegriffen (vgl. Kauertz, Fischer, Sumfleth, Mayer und Walpuski, 2011); allerdings wird der Einfluss der Fachsprache im Bereich *Umgang mit Fachwissen* laut Autoren bei der Aufgabenkonstruktion explizit mit einbezogen, indem alle zur Lösung notwendigen Informationen im Aufgabenstamm vorgegeben werden (Kauertz et al., 2011). Ferner wurden die Aufgaben durch Deutschdidaktikerinnen nach Textverständlichkeitskriterien optimiert. Einzelne fachsprachliche Fähigkeiten (Lexik, Syntax, Umgangssprache vs. Fachsprache) werden trotzdem nicht getrennt erfasst. Der Test für den Kompetenzbereich Kommunikation wird gerade entwickelt. Es bleibt abzuwarten, wie die Fachsprache in den einzelnen Aufgaben explizit berücksichtigt werden kann.

Bird und Welford (1995) stellen fest, dass sich die Schwierigkeit von Naturwissenschaftsaufgaben signifikant durch die (fach)sprachliche Gestaltung der Aufgaben beeinflussen lässt. Clerk und Rutherford (2010) berichten, dass gerade bei geschlos-

senen Antwortformaten falsche Antworten eher auf sprachliche Verständnisschwierigkeiten hindeuten könnten als auf Alltagsvorstellungen. Für die Ergebnisse in PISA 2003 berichten Leutner, Klieme, Meyer und Wirth (2004) eine latente Korrelation von  $r = .87$  zwischen der Lesekompetenz und der naturwissenschaftlichen Kompetenz. Diese drei Beispiele zeigen, dass eine nähere Betrachtung der Interdependenz zwischen allgemein sprachlichen Fähigkeiten, fachsprachlichen Fähigkeiten in Physik und fachlichen Fähigkeiten in Physik im Hinblick auf die Testung von Schülerfähigkeiten im Rahmen der Debatte um Bildungsstandards neue Erkenntnisse erwarten lässt.

### 2.3 Ziele und Hypothesen

Ziel dieser Studie ist es, am Beispiel des physikbezogenen Begriffsverständnisses Hinweise zu sammeln, ob fachsprachliche Fähigkeiten von Fachwissen und sprachlichen Fähigkeiten in der Unterrichtssprache Deutsch unterscheidbar sind. Dazu wird das physikbezogene Begriffsverständnis in einem entsprechenden Instrument als Skala *physikbezogenes Leseverständnis* operationalisiert und gegenüber dem Leseverständnis in der Unterrichtssprache (Deutsch) und dem Fachwissen in Physik abgegrenzt. Es wird folgende Hypothese formuliert:

Physikbezogenes Begriffsverständnis lässt sich als Fähigkeit von dem Leseverständnis in der Unterrichtssprache und Fachwissen im Fach Physik unterscheiden.

### 3 Operationalisieren des physikbezogenen Begriffsverständnis

Die Entwicklung eines *physikbezogenen Leseverständnis- und Geschwindigkeitstests* [PLGVT] erfolgte in Anlehnung an den *Lesegeschwindigkeits- und Verständnistest* [LGVT] von Schneider, Schlagmüller und Ennemoser (2007) (vgl. Pehlke, 2010). Bei dem LGVT handelt es sich um ein standardisiertes Testinstrument zur Erfassung der beiden Fähigkeiten Lesegeschwindigkeit und -verständnis. Da der Fokus in der hier vorgestellten Studie nicht auf der Instrumentenentwicklung liegt, sondern auf der Untersuchung einer möglichen Interdependenz zwischen Fachsprache, Unterrichtssprache und Fachwissen, wurde bei vollständig analoger Instrumentstruktur des PLGVT zum LGVT zunächst auf eine detaillierte Überprüfung der Gütekriterien des PLGVT verzichtet. Diese soll bei Bestätigung der Hypothese an einer großen, repräsentativen Stichprobe erfolgen. Der PLGVT besteht aus einem Fließtext zum Thema Mechanik mit 1539 Wörtern, der so schnell und genau wie möglich in einer bestimmten Zeit (4 Min.) gelesen werden soll. An 20 im Text verteilten Stellen müssen die Schüler hierbei aus jeweils drei Alternativen das in den Textzusammenhang passende Wort auswählen (unterstreichen; vgl. Abb. 1). Die Alternativen wurden auf der Basis einer Sachstrukturanalyse von Schulbüchern (Härtig, 2010) ausgewählt. Für entsprechende Merkmale des LGVT verweisen wir auf Schneider, Schlagmüller und Ennemoser (2007).

Schon die Ägypter vor über 4000 Jahren haben Maschinen benutzt. Zu dieser Zeit wurden in Ägypten die Pyramiden gebaut. Die Pyramiden sind auch heute noch beeindruckend. Zum Bau mussten die Ägypter einzelne Steine mit einem Gewicht von bis zu 2500 [Gramm, Kilogramm, Newton] über 100 Meter hoch heben. Um die Steine hoch zu heben hatten sie vermutlich weder Kräne noch andere elektrische Maschinen. Dennoch haben die Ägypter es geschafft, diese [Hubarbeit, Volumenarbeit, elektrische Arbeit] zu verrichten. Sie haben die Steine aber nicht durch menschliche Arbeiter senkrecht hoch tragen

Abb. 1: Beispieltext aus dem PLGVT.

Mit dem PLGVT wird physikbezogenes Begriffsverständnis als Skala *physikbezogenes Leseverständnis* analog zur Skala *Leseverständnis* im LGVT operationalisiert. Dementsprechend zeichnen sich die Begriffe in den Lücken des PLGVT durch ihren physikalischen Bedeutungsgehalt aus. Außerhalb der Lücken sollen sich der LGVT und der PLGVT hinsichtlich sprachlicher / textlicher Merkmale nicht voneinander unterscheiden. Insbesondere soll der PLGVT außerhalb der Lücken keine sonst üblichen Merkmale eines Fachtextes (z. B. besondere Syntax, weitere Termini, Formelsprache oder Abbildungen) enthalten. Damit wird sichergestellt, dass nur die Skala *physikbezogenes Leseverständnis* über die Lücken erfasst wird. Die *Lesegeschwindigkeit* dient als Indikator dafür, ob es gelungen ist, die sonstige Textstruktur zwischen dem LGVT und dem PLGVT ähnlich zu halten. Die *Lesegeschwindigkeit* beider Instrumente wird deutlich mehr durch den Rahmentext beeinflusst, als durch die Lücken, da diese nur etwa 1.3 % des Texts ausmachen. Die Vergleichbarkeit des PLGVT und des LGVT hinsichtlich

der Lesbarkeit wurde außerdem mittels der *Wiener Sachtextformel* von Bamberger und Vanecek (1984) überprüft (100 Worte Stichproben erzielten jeweils Werte um 7). Damit werden die erwarteten Differenzen ausschließlich durch physikbezogenes Leseverständnis generiert.

Im PLGVT wird die Skala *physikbezogenes Leseverständnis* analog zum *Leseverständnis* im LGVT nur über die Lücken erfasst. Die beiden Skalen ergeben sich aus der Auswertung der Lücken (2 Punkte für richtige, 0 Punkte für unausgefüllte und -1 Punkt für falsche Alternative, dies dient der Ratekorrektur). Beide Instrumente (LGVT und PLGVT) enthalten außerdem jeweils eine Skala *Lesegeschwindigkeit*, wobei sich die Umsetzung in den beiden Instrumenten nicht unterscheidet. Die *Lesegeschwindigkeit* wird über die Anzahl gelesener Worte erfasst, dafür markieren die Probanden die Stelle, bis zu der sie gelesen haben.

Außerdem wurde das physikbezogene *Fachwissen* mit zehn Aufgaben von Kautertz (2008) erhoben, die in einem inhaltlichen Bezug zum Thema des PVLGT stehen. Der Test wird als eine Skala aufge-

fasst und über die Zahl richtiger Lösungen ausgewertet.

### 3.1 Durchführung der Studie

Der Einsatz des PLGVT erfolgte an drei Hauptschulen, um die Anwendbarkeit des Instruments im unteren Leistungssegment zu erproben. Es nahmen 99 Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe (39.4% weiblich;  $M = 15.6$  Jahre,  $SD = .73$ ) teil. Für drei Probanden liegen keine Ergebnisse aus dem LGVT vor, ihre Daten sind daher in den folgenden Analysen nicht berücksichtigt. Die Testung erfolgte innerhalb einer Schulstunde (45 min). Zunächst bearbeitete jede Schülerin und jeder Schüler den LGVT zur Erfassung des allgemeinen Leseverständnisses in der Unterrichtssprache Deutsch (4 min) sowie den PVLGT zur Erfassung des physikbezogenen Leseverständnisses (4 min). Die Reihenfolge dieser beiden Lesetests wurde variiert, um Auswirkungen der Reihenfolge auf das Testergebnis ausschließen zu können. Abschließend wurde das physikbezogene Fachwissen erhoben (30 min).

### 3.2 Ergebnisse

Als Wert für die Lesegeschwindigkeit wird jeweils die Anzahl der innerhalb der Bearbeitungszeit gelesenen Worte kodiert (LGVT: 1727; PLGVT: 1539). Das jeweilige Leseverständnis ergibt sich in beiden Instrumenten aus der Anzahl der richtig ausgewählten Alternativen (LGVT: -23

bis 46 Punkte; PLGVT: -20 bis 40 Punkte). Der Wert für den Fachwissenstest ergibt sich aus dem Gesamtscore aller richtigen Antworten (0 bis 10 Punkte) (vgl. Tab. 1). Entsprechend der Validierung des LGVT (Schneider, Schlagmüller und Ennemoser, 2007), wurden zur Überprüfung unserer Hypothese die Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson zwischen den Skalen Leseverständnis, Lesegeschwindigkeit und Fachwissen berechnet (vgl. Tab. 2).

Die dargestellten Korrelationen können mit der sog. Multitrait-Multimethod-Technik betrachtet werden. Allerdings kann diese Betrachtung nur unter Vorbehalt erfolgen, da es sich lediglich um eine unvollständige Multitrait-Multimethod-Matrix handelt. Zwischen den beiden Skalen der Lesegeschwindigkeit zeigt sich eine starke Korrelation. Zudem ergibt sich eine mittlere Korrelation zwischen dem physikbezogenen Fachwissen und dem physikbezogenen Leseverständnis. Zwischen dem allgemeinen Leseverständnis und dem physikbezogene Leseverständnis besteht hingegen kein signifikanter Zusammenhang. Die Korrelationen zwischen den Skalen Lesegeschwindigkeit und dem Leseverständnis im LGVT bzw. dem Leseverständnis im PLGVT sind ebenfalls nicht signifikant. Da die Instrumentenentwicklung nicht im Fokus der hier berichteten Studie steht, wurden die Reliabilitätskoeffizienten nicht untersucht. Dies sollte in zukünftigen Studien mit der Test-Retest Methode erfolgen (vgl. Schneider, Schlagmüller und Ennemoser, 2007).

Tab. 1: Fähigkeitswerte für die (Sub)Skalen physikbezogenes Leseverständnis (PLGVT), allgemeines Leseverständnis (LGVT), Lesegeschwindigkeit (PLGVT und LGVT) und physikbezogenes Fachwissen;  $N=96$ .

Skalen	Min.	Max.	M	SD
Physikbezogenes Fachwissen	0	5	2.01	1.23
Leseverständnis PLGVT	-2	17	6.63	4.13
Lesegeschwindigkeit PLGVT	180	1397	490.21	181.43
Leseverständnis LGVT	-8	14	6.82	3.67
Lesegeschwindigkeit LGVT	223	1098	525.68	149.77

Tab. 2: Pearson Korrelationen  $r$  zwischen den Subskalen des PLGVT, des LGVT und dem physikbezogenen Fachwissenstest

Skalen	Physikbezogenes Fachwissen	Leseverständnis PLGVT	Lesegeschwindigkeit PLGVT	Leseverständnis LGVT
Leseverständnis PLGVT	<b>.41**</b>			
Lesegeschwindigkeit PLGVT	.01	.25*		
Leseverständnis LGVT	.05	.13	.05	
Lesegeschwindigkeit LGVT	.11	.06	<b>.71**</b>	.11

Anmerkung: \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$  ( $N=96$ ); die zentralen Korrelationen sind hervorgehoben.

## 4 Diskussion und Ausblick

Mit dieser explorativen Studie sollte geklärt werden, inwieweit sich Fähigkeiten bezüglich der Fachsprache in Physik von Fähigkeiten im physikalischen Fachwissen und Fähigkeiten in der Unterrichtssprache (Deutsch) abgrenzen lassen. Dies wurde exemplarisch für das physikalische Begriffsverständnis als Aspekt fachsprachlicher Fähigkeiten im Bereich der Lexik untersucht. Hierzu wurde das physikalische Begriffsverständnis als Skala *phy-*

*sikbezogenes Leseverständnis* im PLGVT analog zu der Skala *Leseverständnis* (in der Unterrichtssprache Deutsch) im LGVT operationalisiert. Des Weiteren enthalten PLGVT und LGVT jeweils die Skala *Lesegeschwindigkeit*. Da im PLGVT nur die Fähigkeit Begriffsverständnis erfasst werden soll, ist zu erwarten, dass sich die allgemeine Lesbarkeit der Fließtexte wenig unterscheidet (als konvergente Validierung). Zuletzt wird ein Test zum Fachwissen eingesetzt, um die drei Fähigkeiten in den Bereichen Fachsprache, Unterrichtssprache

sowie Fachwissen voneinander abgrenzen zu können.

Die Korrelation der Lesegeschwindigkeit zwischen PLGVT und LGVT liegt mit  $r = .71$  sogar höher als zwischen dem LGVT und dem PISA 2000 Leseverständnistest mit  $r = .59$  (Schneider, Schlagmüller und Ennemoser, 2007), was für konvergente Validität spricht. Weiterhin fällt die mittlere Heterotrait-Monotrait-Korrelation stets niedriger aus als die Monotrait-Heterotrait-Korrelation, was als Indiz für eine divergente Validität hinsichtlich der Skala physikbezogenes Leseverständnis angesehen werden kann. Aufgrund des unvollständigen Designs zeigt sich desweiteren außerhalb des Multitrait-Multimethod-Designs eine statistisch bedeutsame mittlere, positive Korrelation ( $r = .41$ ;  $p < .01$ ) zwischen dem physikbezogenen Leseverständnis und dem physikbezogenen Fachwissen. Dies steht im Einklang mit dem Scientific-Literacy-Ansatz (Yore et al., 2007), nach dem die Fachsprache als elementarer Bestandteil zwar mit dem konzeptuellen Verständnis zusammenhängt, beide aber keinesfalls identisch sind.

Insgesamt weisen die Ergebnisse unserer Studie darauf hin, dass es plausibel ist, zumindest das Begriffsverständnis als Aspekt der Fachsprache als von Fachwissen und Unterrichtssprache unterscheidbare Fähigkeit aufzufassen. Ausgehend von diesen ersten Ergebnissen, sollte die Diagnose fachsprachlicher Kompetenz auf eine breitere empirische Basis gestellt werden. So ist die in dieser Studie untersuchte Stichprobe mit  $N = 99$  relativ klein, zudem sollten auch andere Schulformen als die in

dieser Studie untersuchte berücksichtigt und der PLGVT um andere Themenbereiche der Physik (z. B. Elektrizitätslehre) erweitert werden. Im Rahmen eines dann vollständigen Multitrait-Multimethod-Designs müssten auch die Gütekriterien aller eingesetzten Testinstrumente untersucht und weitere fachsprachliche Aspekte mit einbezogen werden, um zusätzliche Evidenz für die Fachsprache als einzelne Komponente physikalischer Kompetenz liefern zu können. Ein PLGVT mit einer Erweiterung auf andere Themenbereiche und weitere Parameter (z. B. Formelverständnis) könnte bei Schülerinnen und Schülern mit Verständnisproblemen bei klassischen Fachwissenstests zur Diagnostik fachsprachlicher Defizite und anschließender gezielter Förderung eingesetzt werden. Das hier vorgestellte Instrument werden wir daher gerne interessierten Kolleginnen und Kollegen für weitere Arbeiten auf Anfrage zur Verfügung stellen.

## Literatur

- Bach, S. (1984). *Systematische und empirische Untersuchungen über das Verhältnis von Umgangssprache und Fachsprache im gymnasialen Physikunterricht*. Dissertation an der Universität Hamburg.
- Bamberger, R. und Vanecek, E. (1984): *Lesen – Verstehen – Lernen – Schreiben. Die Schwierigkeitsstufen von Texten in deutscher Sprache*. Wien: Jugend und Volk.
- Bird, E. und Welford, G. (1995). The effect of language on the performance of second-language students in science examinations. *International Journal of Science Education*, 17, 389–397.

- Bybee, R. W. (1997). „Toward an understanding of scientific literacy“. In W. Gräber und C. Bolte (Hrsg.), *Scientific literacy – An international symposium*. S. 37–68. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Bybee, R., McCrae und Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 8, 865–883.
- Clerk, D. und Rutherford, M. (2000). Language as a confounding variable in the diagnosis of misconceptions. *International Journal of Science Education*, 22, 703–717.
- Fischer, H. E. (1998). Scientific Literacy und Physiklernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4 (2), 41–52.
- Härtig, H. (2010). *Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests*. Berlin: Logos.
- Kauertz, A. (2008). *Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben*. Berlin: Logos.
- Kauertz, A., Fischer, H. E., Sumfleth, E., Mayer, J. und Walpuski, M. (2011). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaftlicher Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 135–153.
- KMK (2005). Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand. Verfügbar unter [http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Physik\\_MSA16-12-04.pdf](http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Physik_MSA16-12-04.pdf).
- Köller, O. (2007). Bildungsstandards, einheitliche Prüfungsanforderungen und Qualitätssicherung in der Sekundarstufe II. In Benner, D. (Hrsg.), *Bildungsstandards* (S. 13–28.). München: Schöningh.
- Kulgemeyer, C. und Schecker, H. (2009). Kommunikationskompetenz in der Physik: Zur Entwicklung eines domänenspezifischen Kommunikationsbegriffs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 155–172.
- Kulgemeyer, C. (2010). *Physikalische Kommunikationskompetenz*. Berlin: Logos.
- Leisen, J. und Seyfarth, M. (2006). Was macht das Lesen von Fachtexten so schwer? *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 5, 9–11.
- Leutner, D., Klieme, E., Meyer, K. und Wirth, J. (2004). Problemlösen. In M. Prenzel et al. (Hrsg.): *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 146–175). Münster: Waxman.
- Pehlke, C. (2010). *Das Verhältnis von allgemeinem und physikalischem Leseverständnis in der Jahrgangstufe 9*. Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit für das 1. Staatsexamen. Vorgelegt an der Universität Duisburg-Essen.
- Rincke, K. (2007). *Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht*. Berlin: Logos.
- Rincke, K. (2011). It's rather like learning a language: Development of talk and conceptual understanding in mechanics lessons. *International Journal of Science Education*, 33, 229–258.
- Roelcke, T. (2010). *Fachsprachen*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Schneider, W., Schlagmüller, M. und Ennemoser, M. (2007). *LGVT 6-12 – Lesegeschwindigkeits- und -verständnistest für die Klassen 6–12*. Göttingen: Hogrefe.
- Starauschek, E. (2006). Der Einfluss von Textkohäsion und gegenständlichen externen piktoralen Repräsentationen auf die Verständlichkeit von Texten zum Physiklernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 127–157.
- Von Glasersfeld, E. (1992). *Wissen, Sprache und Wirklichkeit*. Braunschweig, Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft, S. 52–62.
- Walpuski, M., Kampa, N., Kauertz, A. und Wellnitz, N. (2008). Evaluation der Bildungsstandards in den Naturwissenschaften. *MNU*, 6, 323–326.
- Yore, L. D., Pimm, D. und Tuan, H.-L. (2007). The literacy component of mathematical and scientific literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 559–589.

**KONTAKT**

*Dr. phil. nat. Hendrik Härtig*

IPN · Leibniz-Institut für die Pädagogik der  
Naturwissenschaften und Mathematik

an der Universität zu Kiel

Olshausenstraße 62

24098 Kiel

*haertig@ipn.uni-kiel.de*

**AUTORENINFORMATION**

*Dr. phil. nat. Hendrik Härtig* ist Juniorprofessor am IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik in Kiel. Zu seinen Forschungsinteressen gehören die Fachsprache als Teil von Physikkompetenz und softwarebasierte Analysen offener Antwortformate im Large-Scale Assessment.

*Carlos Pehlke* ist zurzeit Referendar am Abtei-Gymnasium in Duisburg. Er hat an der Universität Duisburg-Essen studiert und seine Hausarbeit für das erste Staatsexamen im Rahmen der hier vorgelegten Studie erstellt.

*Dr. rer. nat. Hans Ernst Fischer* ist Professor für Didaktik der Physik in der Fakultät für Physik der Universität Duisburg-Essen und Sprecher der DFG-Forschergruppe naturwissenschaftlicher Unterricht. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der fachspezifischen Unterrichtsforschung, der fachspezifischen Analysen zur Lehrerprofessionalisierung unter Berücksichtigung von Lernvoraussetzungen und Lernergebnissen.

*Dr. phil. Annett Schmeck (geb. Schwaborn)* ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Lehr-Lernpsychologie, Fakultät für Bildungswissenschaften der Universität Duisburg-Essen. Zu ihren Forschungsschwerpunkten gehören die Förderung des Textverstehens durch den Einsatz von Lernstrategien bzw. Visualisierungen sowie die Messung der Arbeitsgedächtnisbelastung beim Lernen.