pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Starauschek, Erich

Ergebnisse einer Schülerbefragung über Physikschulbücher

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 9 (2003), S. 135-146

Quellenangabe/ Reference:
Starauschek, Erich: Ergebnisse einer Schülerbefragung über Physikschulbücher - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 9 (2003), S. 135-146 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-315626 - DOI: 10.25656/01:31562

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-315626
https://doi.org/10.25656/01:31562

in Kooperation mit / in cooperation with:

IPN
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik

https://www.leibniz-ipn.de

Nutzungsbedingungen

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

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Erich Starauschek

Ergebnisse einer Schülerbefragung über Physikschulbücher

Zusammenfassung
Schüleräußerungen zu Physikschulbüchern finden sich selten in der Literatur. Im Rahmen einer Evaluationsstudie zum Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs wurden Schüler auch um eine Einschätzung ihrer Physikschulbücher gebeten. Über die Ergebnisse dieser vergleichenden schriftlichen Befragung von Schülern aus dem Jahr 1998 in der Sekundarstufe I des Gymnasiums, die nach dem Karlsruher Physikkurs unterrichtet werden, und von traditionell unterrichteten Schülern wird berichtet.
Die Aussagen der traditionell unterrichteten Schüler befinden sich im Einklang mit den Ergebnissen der Literatur. Sie empfinden ihre Schulbücher als unverständlich und sie nutzen sie nicht. Schüler, die nach dem Karlsruher Physikkurs unterrichtet werden, nennen hingegen die Verständlichkeit des Buches zum Karlsruher Physikkurs als seine besondere Eigenschaft, und sie benutzen ihr Lehrbuch häufiger als traditionell unterrichtete Schüler. Offenbar weist das Buch zum Karlsruher Physikkurs prototypische Eigenschaften eines Physikbuches für Schüler auf.

Abstract
Little research is available about students and their physics textbooks in the German literature of science education. In Germany a new physics course called the Karlsruhe Physics Course was developped by creating a new physical language. The textbook of the Karlsruhe Physics Course ist frequently used by the students whereas traditional physics students do not use their textbooks. They declare their textbooks as ununderstandable. Students, which are taught according the Karlsruhe Physics Course, emphasize on the opposite the high understandability of their textbooks. We report about the empirical results of an investigation with treatment-controlgroup-design.

1 Stand der Dinge

Untersuchungen zur Einschätzung der Physikschulbücher durch die Lehrer finden sich in der deutschen Literatur vereinzelt (Müsgens, 1979). Eine erste um- und zusammenfassende Arbeit zur Physikbuchnutzung legte Merzyn (1994) vor. Schüler werden nur selten zu ihren Schulbüchern befragt. Es finden sich die sogenannte Göttinger Untersuchung von Bleichroth & al. (1987), die Untersuchung von Kaiser (1981), in der die Fragen an die Schüler identisch sind mit den Fragen an die Lehrer aus der Untersuchung von Müsgens (1979), und eine Untersuchung aus der DDR (Schmöger, 1982). Bleichroth & al. (1987) hat mit offenen Fragen die Meinung der Schüler (N = 121) über ihre Physikschulbücher erkundet.
Die Untersuchungen bringen folgende Ergebnisse zu Tage:

„Obwohl Physik-Schulbücher primär für Schüler gedacht sind, werden sie am intensivsten von den Lehrern bei der Unterrichtsvorbereitung genutzt." (Merzyn, 1994, S. 237)

Und: Schüler benutzen Physikbücher nicht, weil sie ihnen unverständlich erscheinen:

„Am stärksten kritisiert wird die Sprache und Verständlichkeit der Schulbuchtexte." (Merzyn, 1994, S. 236)

Diese Kritik wird gleichermaßen von Schülern und Lehrern geäußert, wobei die Kritik der Schüler deutlich härter ausfällt.
Physikschulbücher spielen im Unterricht nur eine untergeordnete Rolle. Sie werden überwiegend als Aufgabensammlung verwendet und sollen den Schülern zur häuslichen Wie-

derholung dienen (Bleichroth & al., 1987; Merzyn, 1994). Den Äußerungen der Schüler ist eher zu entnehmen, dass die Lehrer die Nützlichkeit des Buches hierbei überschätzen:

„Allerdings haben wir die Pflicht, die einzelnen Themen zu Hause nachzulesen; aber ich glaube kaum, dass das einer machen wird. Ich z.B. mache es nicht." (Bleichroth, 1987, S.263)

Erschwerend kommt hinzu, dass die Texte in den Büchern oftmals nicht zum Unterricht passen (Hoffman & al., 1979).

2 Das Schulbuch im Karlsruher Physikkurs

Im Karlsruher Physikkurs wird die Physik mit einer veränderten Sachstruktur dargestellt (Herrmann, 1998). Sie zeichnet sich durch einheitliche Begriffsbildungen und eine redundante Fachsprache aus. Unterricht nach dem Kurs findet am Gymnasium in der Sekundarstufe I statt. Die meisten Schüler, die nach dem Karlsruher Kurs unterrichtet werden, gibt es in Baden-Württemberg.
Das Physikbuch zum Karlsruher Physikkurs scheint im Unterricht eine andere Rolle zu spielen als ein traditionelles Physikschulbuch. In einer evaluativen Studie mit Treatment-Kontrollgruppen-Design (Starauschek, 2002) wurden Schüler zum einen zur Nutzung ihres Schulbuches befragt. Zum anderen wurden sie um eine Einschätzung ihrer Physikschulbücher gebeten. Hieraus ist auch eine Schülerbefragung zu traditionellen Schulbüchern entstanden.

Bemerkungen:

- Die Buchstaben K und T sind bei Bezeichnungen wie im folgenden Beispiel zu interpretieren. K-Schüler: Schüler, die nach dem Karlsruher Physikkurs unterrichtet werden. T-Schüler: Traditionell unterrichtete Schüler.
- Die Ergebnisse der vorliegenden Studie können auf neuere traditionelle Schulbücher nur mit den entsprechenden Vorbehalten angewendet werden.
- Traditioneller Unterricht bezeichnet keine homogene Art des Unterrichtens. Verschiedene Arten von Physikunterricht werden damit zusammengefasst. Es wird angenommen, dass der Unterricht in der T-Gruppe die typischen Muster repräsentiert.

3 Die Stichproben und die Fragen der Untersuchung

Schülerstichproben: Die vergleichende Fragebogenuntersuchung fand am Ende des Schuljahres 1997/98 in den Klassen 8, 9 und 10 des Gymnasiums in Baden-Württemberg statt. Viele verschiedene Kriterien mussten in Betracht gezogen werden, um die Vergleichbarkeit der K- und T-Stichprobe zu gewährleisten. Die Details finden sich in Starauschek (2002). Die Ergebnisse beziehen sich auf die Stichprobe und die Vergleichsgruppe in Tabelle 1. Das Geschlechterverhältnis in den Teilstichproben der Klassenstufen ist ausgeglichen.
Angesichts des quasiexperimentellen Designs und der Einflüsse von Störvariablen, z.B. der Lehrervariablen, sind die Ergebnisse als statistisch erhärtete Hypothesen zu bewerten. In einem Anhang werden die Ergebnisse für die Klassenstufe 8 angegeben. Die Stichproben sind für Klassenstufe 8 für K- und T-Gruppe repräsentativ.
Lehrerstichproben: Die Untersuchung der Schüler wurde durch heuristische Studien mit kleinem Stichprobenumfang über die Nutzung der Schulbücher durch die Lehrer ergänzt. Es handelt sich zum einen um eine mündliche Befragung im Rahmen von explorativen Interviews mit den K-Lehrern. Außerdem erhielten die Lehrer der Schüler der K-und T-Stichprobe die gleichen Fragebögen. Die K-Lehrer beider Studien repräsentieren insgesamt die K-Lehrerpopulation. Die T-Lehrer stellen eine Ad-hoc-Stichprobe dar.
Fragen an die Schüler: Die Schüler wurden zum einen mit einer zweiseitigen offenen Frage um die Charakterisierung ihres Schulbuches gebeten:

- Was gefällt Dir an Deinem Physikbuch besonders?
- Was gefällt Dir nicht an Deinem Physikbuch?

Zum anderen wurden standardisierte Fragen zur Schulbuchnutzung im Unterrichtsalltag gestellt. Tabelle 3 zeigt die Wichtigsten dieser Fragen.
Drei weitere Fragen wurden den Schülern vorgelegt: Lesen sie neben dem Unterricht aus Interesse in ihrem Physikbuch? Lesen sie im Physikbuch, um sich auf eine Arbeit vorzubereiten? Rechnen sie die Übungsaufgaben aus dem Physikbuch?
Fragen an die Lehrer: Es wurden im Wesentlichen Items aus der Literatur in der Version von Merzyn (1994) verwendet (Tab. 2).
Natürlich lassen sich durch Selbstauskunft Häufigkeiten und Zeitumfänge nicht objektiv bestimmen. Die Ergebnisse der Schüleruntersuchung weisen jedoch große Effektstärken auf, sodass die Unterschiede zumindest ordinal interpretiert werden können.

Zahl der Schüler	Karlsruher Physikkurs	Traditioneller Unterricht
Gesamt	266	286
Jungen	139	139
Mädchen	127	149
Klasse 8	113	113
Klasse 9	64	75
Klasse 10	89	98

Tabelle 1

4. Schulbuchnutzung aus der Sicht der Lehrer

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Lehrerbefragung. Die Vergleichsdaten sind der Untersuchung von Merzyn (1994) entnommen. Die Daten von Merzyn beziehen sich auf alle Schultypen. Die Lehrer der K- und T-Stichproben sind ausschließlich Gymnasiallehrer. Vergleicht man die Werte der kleinen Stichprobe der traditionell unterrichtenden Lehrer mit den von Merzyn ermittelten Daten, so erkennt man bei vielen Fragen eine zahlenmäßige Übereinstimmung. Der Datenvergleich hat heuristischen Wert. Die Signifikanztests sind als Bekräftigung einer Hypothese zu verstehen.
Im Unterricht für die K-Schüler ist das Buch demnach immer verfügbar. Im Unterricht der K-Klassen werden Aufgaben häufiger bearbeitet. Ebenso wird das Buch als Textbuch verwendet.
Dieser Befund bestätigt sich, wenn man die K-Lehrer nach der Schulbuchnutzung ihrer traditionellen Schulbücher befragt. Da auch die K-Lehrer an ihren Schulen mit den traditionellen Schulbüchern unterrichten, konnte ein direkter Vergleich vorgenommen werden. Das K-Buch ist für die Schüler im Unterricht auch hierbei häufiger verfügbar als das T-Buch. Im direkten Vergleich schätzen die befragten K-Lehrer die häusliche Nutzung des Karlsruher Buches durch die Schüler höher ein. Gefragt, was sie zu dieser Meinung veranlasse, antworteten sie: Der Stoff der Texte werde abgefragt.
Die K-Lehrer halten sich an den Gang des Buches, unabhängig davon ob es sich um ein bekanntes oder unbekanntes Thema handelt.
Zusammenfassend gesagt: Das Buch zum Karlsruher Physikkurs wird im Physikunterricht häufiger als das traditionelle Schülerarbeitsbuch benutzt.

5 Das Schulbuch aus der Sicht der Schüler

5.1 Standardisierte Fragen zum Schulbuchgebrauch: Ergebnisse

In allen Teilstichproben mit Ausnahme von Klasse 9 lässt sich zeigen: Das K-Buch wird von den K-Schülern zu Hause häufiger benutzt als das T-Buch von den T-Schülern (Tab. 4). K-Schüler lesen mit hoher Wahrscheinlichkeit wirklich in ihrem Physikbuch. Ebenso zeigt sich bei der Frage nach der Einschätzung der Verständlichkeit bei den K-Schülern ein anderes Bild als bei den T-Schülern. Allerdings

N_K = 16, N_T = 11	Merzyn 1994	MW_T 1998	MW_K 1998
Die im Buch angeführten Versuche werden aufgebaut und durchgeführt	2.99	3.18	3.63
Die Schüler lösen im Unterricht Aufgaben aus dem Buch	2.83	2.73	3.87 *
Geeignete Abschnitte aus dem Buch werden gelesen und besprochen	2.78	2.45	3.63 **
Unbekannte oder vergessene Begriffe, Gesetze, Formeln, Zahlenwerte werden im Buch nachgeschlagen	2.93	2.82	2.69
Abbildungen aus dem Buch werden gemeinsam betrachtet und besprochen	3.17	3.00	3.38
Tabellen, Graphiken, Übersichten werden ausgewertet	3.04	3.45	3.56
Meine Schüler bringen das Buch zum Unterricht mit	3.80	3.09	4.67 **
Sie lösen Aufgaben aus dem Buch als Hausaufgaben	3.47	3.82	4.19
Sie lesen Texte aus dem Buch als Hausaufgabe	-	3.55	3.93
Sie wiederholen und vertiefen mit Hilfe des Buches den durchgenommenen Stoff	3.42	3.36	3.71
Sie verwenden das Buch als Informationsquelle über den Unterricht hinaus	2.05	2.82	2.33
Sie ziehen das Buch bei der Führung ihres Physikheftes heran	2.70	2.55	2.93

5- stufige Skala: 5=Volle Zustimmung bis 1=Volle Ablehnung. MW: Mittelwert.
U-Test, ** p< .01, * p < .05.

Tabelle 2 Schulbuchnutzung im Unterricht aus der Sicht der K- und T-Lehrer

• Wenn ich im Physikbuch gelesen habe, habe ich das Gefühl, das Gelesene verstanden zu haben	1 = trifft nicht zu 2 = trifft selten zu 3 = trifft häufig zu 4 = trifft immer zu
• Ich arbeite zu Hause mit dem Buch, um den Stoff des Unterrichts nachzubereiten oder um mich auf eine Physikstunde vorzubereiten • Wenn ich mit dem Physikbuch arbeite, verstehe ich auch Stoff aus dem Unterricht, den ich in der Unterrichtsstunde nicht verstanden habe	1 = nie 2 = selten 3 = ab und zu 4 = oft 5 = immer

Tabelle 3 Standardisierte Fragen an die Schüler mit Skalen

betrifft dies nur die Mädchen: Mädchen, die nach dem Karlsruher Kurs unterrichtet werden, geben an, das Gelesene häufiger verstanden zu haben als traditionell unterrichtete Mädchen (Tab. 4). Die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen finden sich auch in den einzelnen Klassenstufen (Starauschek, 2002). Interessant ist hier der Rückgriff auf die Skala. Erzwingt man die Entscheidung zwischen selten und häufig (Tab. 3), so wählen die T-Mädchen signifikant häufiger die Antwort „selten".

Einen ähnlichen Befund liefert die Frage zum Nutzen des Buches bei der häuslichen Nacharbeit. Wieder findet sich ein Effekt nur bei den Mädchen (Tab. 4).

Fragt man die Schüler, ob sie sich zur Vorbereitung einer Klassenarbeit die entsprechenden Kapitel in ihrem Buch durchlesen, so finden

sich keine Unterschiede. Die Karlsruher Schüler rechnen aber die Übungsaufgaben signifikant häufiger als die T-Schüler. K-Lehrersicht und K-Schülersicht decken sich hinsichtlich der Einschätzung, dass das K-Buch benutzt wird.

	Ich arbeite zu Hause mit dem Buch, um den Stoff des Unterrichts nachzubereiten oder um mich auf eine Physikstunde vorzubereiten		Wenn ich im Physikbuch gelesen habe, habe ich das Gefühl, das Gelesene verstanden zu haben		Wenn ich mit dem Physikbuch arbeite, verstehe ich auch Stoff aus dem Unterricht, den ich in der Unterrichtsstunde nicht verstanden habe	
	MW KPK	MW TRD	MW KPK	MW TRD	MW KPK	MW TRD
Gesamt	2.32 ***	1.86	2.96 ***	2.61	3.19 **	2.86
Jungen	2.39 ***	1.93	2.96	2.86	3.01	3.07
Mädchen	2.24 **	1.80	2.97 **	2.38	3.22 ***	2.65
8	2.44 ***	1.81	2.94 ***	2.56	3.16 ***	2.69
9	2.20	2.05	3.00 ***	2.54	3.13	3.03
10	2.22 **	1.78	3.00 **	2.66	3.01	2.89

Das Geschlechterverhältnis in den Teilstichproben der Klassenstufen ist ausgeglichen.
T-Test, *** für $p < .001$, ** für $p < .01$; mittlerer bis großer Effekt, nach Cohen (1992).

Tabelle 4

5.2 Wie charakterisieren Schüler ihr Physikschulbuch? (Offene Befragung)

Die Antworten zu den offenen Fragen wurden mit einem induktiv gewonnenen Kategoriensystem ausgewertet. Die Intercoderreliabilität war dabei größer als 95%. Nach vollzogener Kategorisierung wurde noch einmal eine Stichprobe von Antworten gezogen, die mit dem vorhandenen Kategoriensystem von einer weiteren unabhängigen Person klassifiziert wurde. Die Fehlerquote lag dabei unter 1%. In einem zweiten Schritt wurden Unterkategorien gebildet. Mit den Unterkategorien werden neue Klassen gebildet, die als Kategorien bezeichnet werden.

Für die untersuchten Stichproben zeigt Abbildung 1 die Verteilung der Kategorien. Es handelt sich um Mehrfachangaben. Korrigiert man die Mehrfachnennungen, so ergibt sich für die Gesamtaussage keine große Veränderung.

Die positiven Bewertungen der entsprechenden Kategorie sind rechts von der Nulllinie aufgetragen – positive Werte –, die negativen Bewertungen links davon – negative Werte.

Bei der Interpretation von Abbildung 1 ist keine statistische Feinarbeit vonnöten. Der deutlichste Unterschied zeigt sich bei der Kategorie „Verstehen". Die Unterkategorien der negativen Antworten werden noch genauer betrachtet. Weitere Unterschiede finden sich in der Kategorie Inhalt. Dort werden bei den T-Schülern die Versuche und bestimmte Abschnitte aus den traditionellen Büchern als positiv wahrgenommen.

Große Unterschiede treten bei den pauschalen Kategorien „Alles" oder „Nichts" auf: T-Schüler benutzen sie häufiger als K-Schüler. Die Besetzung Kategorie „Keine Angabe" lässt sich zugunsten des Karlsruher Kurses interpretieren: Die K-Schüler haben insgesamt weniger an ihrem Buch auszusetzen und mehr Gutes zu

ihrem Buch zu sagen. Sie erscheinen insgesamt als kompetentere Leser, die differenzierter als die T-Schüler urteilen.
Die kompetentere Leserschaft zeigt sich auch in Schüleräußerungen. Exemplarisch und pointiert sei ein Beispiel gegeben.

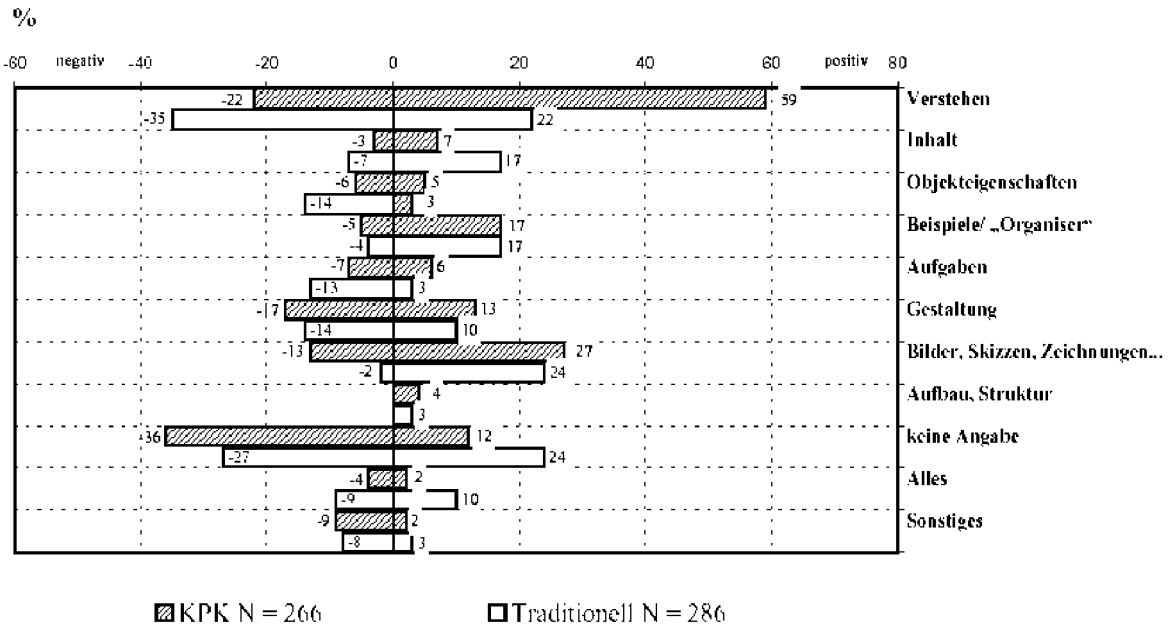

Abbildung 1: Positive und negative Äußerungen von Schülern zu ihrem Physikbuch
Gymnasium BW, Klasse 8-10 (1998) – relative Häufigkeit der Nennungen
Zwei Fragen: Was gefällt Dir an Deinem Physikbuch besonders/nicht?

Traditioneller Unterricht:
Was gefällt Dir an Deinem Physikbuch?
Antwort: „Bunt."

Unterricht nach dem Karlsruher Physikkurs:
Was gefällt Dir nicht an Deinem Physikbuch?
Antwort: „Es gefällt mir nicht, dass es keine farbigen Bilder drin hat. Manchmal wäre es schön, z.B. den Impulsstrom in einer Zeichnung rot markiert zu haben." (Klasse 8)

Differenzierte Antworten wie bei den K-Schülern waren bei den traditionell unterrichteten Schülern nicht zu finden.
Analysiert man die wichtigsten Unterkategorien der Kategorie „Verstehen", so zeigt sich die Kritik der traditionellen Schüler an der Verständlichkeit ihrer Schulbücher noch deutlicher. Die K-Schüler hingegen stört die Ausführlichkeit der Erklärungen im Karlsruher Kurs (Abb. 2).

Deutliche Unterschiede in der Kategorie „Verstehen" zeigen sich zwischen Jungen und Mädchen zwischen den beiden Stichproben und innerhalb der K-Stichprobe (Tab. 5):

Das Physikbuch ist verständlich.		
%	K	T
Gesamt	59	23
Jungen	45	21
Mädchen	74	25

Tabelle 5

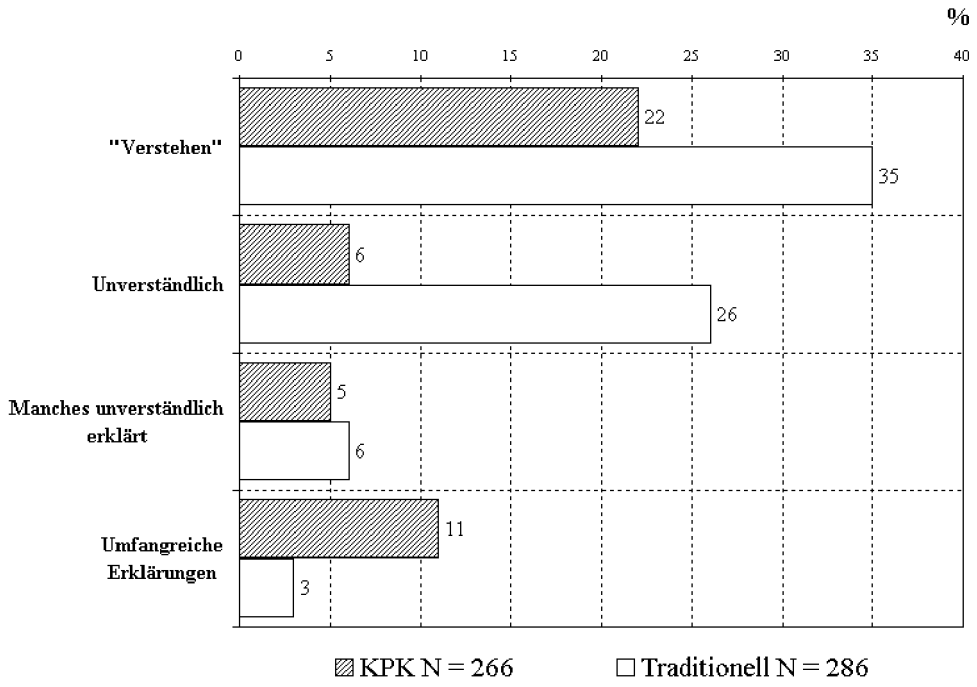

Abbildung 2: Negative Äußerungen von Schülern zu ihrem Physikbuch
Gymnasium BW, Klasse 8-10 (1998) – relative Häufigkeit der Nennungen
Unterkategorien der Kategorie „Verstehen"

Vergleicht man die Einschätzung der traditionellen Schulbücher der vorliegenden Untersuchung mit der Göttinger Schulbuchbefragung, so zeigen sich Gemeinsamkeiten und wenige Unterschiede (Bleichroth & al., 1987, S.263):
(a) Die Kategorie Verständlichkeit ist nach wie vor die am stärksten besetzte Kategorie. Zum Vergleich: 34% der Schüler der Göttinger Untersuchung bewerten die Verständlichkeit der Physikbücher negativ. 17% bewerten sie positiv.
(b) Die Kritik am Preis der älteren traditionellen Bücher (28%), am Gewicht und an der Handlichkeit (23%) spielt bei den modernen Physikschulbüchern eine kleinere Rolle. Offenbar ändert dies nichts – wie oft angenommen – an der Nutzung.

Bemerkungen:

- In der Göttinger Untersuchung bestand die Stichrobe aus je zwei Klassen von Hauptschule, Realschule und Gymnasium.
- Die Ergebnisse für Klasse 8, die im Anhang zu finden sind, unterscheiden sich nicht wesentlich von den Ergebnissen für die anderen beiden Klassenstufen. Zum einen fällt die Kritik der T-Schüler der Klasse 8 moderater aus als bei den T-Schülern in den höheren Klassen. Zum zweiten sind die Versuche, die zur Kategorie „Inhalt" gehören, für die T-Schüler der Klasse 8 attraktiv.

5.3 Schülerinterviews

Schülerinterviews bestätigen die Kritik an den traditionellen Büchern. Hingegen scheint das Buch zum Karlsruher Kurs für die Schüler geeignete Texte zur Verfügung zu stellen. Bei den folgenden Interviewpassagen handelt es sich um ein Gruppeninterview mit Schülern der Klasse 10 (N = 12), die erst in der zehnten Klasse nach dem Karlsruher Physikkurs unterrichtet wurde.

Transkriptionskonventionen: Dialekt wurde nach Gehör übertragen // I: Interviewer // S1, S2 ...: Schüler // ( ): Pause zwischen einer und fünf Sekunden // .. oder ... : Kurze Pause ohne Absenken der Stimme // (...): Ausgelassene Interviewpassage // Wort: Unterstrichenes Wort bedeutet starke Betonung des Wortes. // (Wort): Wort in Klammern bedeutet Unsicherheit beim Hören // ((Sonstige Aktion)): Sonstige Aktion in doppelten Klammern. // (???): Unverständliches wird durch Fragezeichen in Klammern gekennzeichnet: Ein Fragezeichen steht dabei für eine unverstandene Silbe.

Beispiel 1: Verständlichkeit
Ohne den Begriff der Verständlichkeit zu definieren, sei eine kurze Beschreibung angegeben, die Verständlichkeit als Voraussetzung zu gelingendem Verstehen interpretiert: Der Eintritt in den Zirkel des Dialogs über einen Gegenstand gelingt, wenn die Gesprächspartner an die je eigenen Wissensstrukturen anknüpfen können. Verstehen gelingt nicht – oder etwas ist unverständlich –, wenn der Eintritt in den dialogischen Zirkel nicht gelingt. Für den Leser eines Buches lässt sich die dialogische Situation auch als inneres Sprechen denken. Verstehen eines Buches bedeutet dann, eigene Deutungsmuster mit Hilfe des Gelesenen zu entwickeln.

S6: (...) Also, leichter erklärt, also .. da isch ein Schritt nach dem anderen. Beim anderen kommen zu große Sprünge.
I: Mhm ..
S6: Ja.
I: Ja, ist ok. Was meinst Du mit Sprüngen? Vielleicht, nochmal ..
S6: Ja, isch so, vom.. vom einen zum anderen halt, da versteht ma's dann nicht, wenn man, zum Beispiel den zweiten Punkt durchliest von irgendwas, versteht man's nicht. Da ((Zeigt auf das Buch zum Karlsruher Physikkurs)) isch's halt langsam erklärt.
S4: (Ergänzt zum traditionellen Schulbuch) Kein richtiger Zusammenhang.
S6: Ja.

Schülerinterviews zeigen, dass es tatsächlich um das Verstehen von Sachverhalten geht – nicht allein um eine bessere Lesbarkeit von Sätzen.

Beispiel 2: Übungsaufgaben
Die Schüler rechnen, wie weiter oben schon angegeben, die Aufgaben aus dem Buch, die offenbar dem Niveau der Schüler entsprechen:

S4: (...) und hat auch Aufgabe drin im Buch.
I: Aha. Macht Ihr die auch bei der Arbeitsvorbereitung?
SX: Ja.
SY: Ja
S4: Ja, (total).
(...)
S3: Ja, grad die Aufgaben halt, wo man lösen kann immer wieder, (?) ohne Hilfe auch vom Lehrer.

Wird nach dem traditionellen Physikbuch gefragt – es sei darauf hingewiesen, dass es sich um eines der üblichen Physikschulbücher in Baden-Württemberg handelt –, so erhält man die gegenteiligen Aussagen:

S4: Ja, also ähm des, s Karlsruher, des isch halt irgendwie, viel einfacher zu verstehen, und in dem anderen, in unserem Physikbuch, in unserem normale, da steht alles so so viele Fremdwörter drin und sind überhaupt alle irgendwie net richtig erklärt und .. da versteht ma fast gar nix. Und auch die Zeichnunge, sin .. ganz komische drin und, überhaupt. Die Aufgabe kannsch au net löse und ... ((Lacht))
SX: Ja, die Aufgaben sind (übel).
SY: Ja, die Aufgabe ..
SX: Kriegt ma faschd keine raus ohne Hilfe vom Lehrer.

Beispiel 3: Verstehen mit Hilfe graphischer Darstellungen
Es gibt Hinweise, dass auch die graphischen Darstellungen beim Verstehen eine Rolle spie-

len. Nur bei den K-Schülern findet sich diese Angabe gehäuft. Dieser Aspekt wurde nicht weiter untersucht. Die folgenden Interviewpassagen sollen diesen Ansatzpunkt untermauern:

S4: Ja, halt grad die Skizzen wieder .. Also, die Zeichnunge im Buch.
I: Also ist das allgemeiner Konsens, die Skizzen?
S4: Ja, kann man scho brauche, versteht ma's besser.
(...)
S2: Praktisch an den Bildern (isch's auch), dadurch merkt ma sich's, dadurch prägt sich's ein, wenn ma des sieht, und des mit den Bildern dann im Kopf verbinden kann so.

Die Schüler bewerten die Bilder und die Funktion der Bilder beim traditionellen Schulbuch differenziert:

S6: Was mir noch auffällt, so an dem anderen Buch. Da isch ja alles mit Farben und Bildern. Des'sch alles ohne Bilder. Nur Schwarzweiß, und .. s'sch eigentlich, trotzdem isch's besser als's andere. Find ich.
((Gemurmel))
SX: Ja, da sind ja auch fast =
S6: = Beim andere sind ewig viele Bilder und so Sach drin und's bringt trotzdem überhaupt nix (???)
S1: Wenn die Bilder so arg bunt sind, und dann is, isch soviel drin in den Bildern, dann versteht ma's gar nimmehr. Irgendwie guckt ma drauf so: „Hä? Was isch des?"
I: ((Lacht))
S4: Da isch zum Beispiel so ne Kupferschmelze, oder so n riese, wo halt des Kupfer da (??) oder irgendwas, was ganz heiß isch. Stahl oder sowas. Sch einfach ä Foto im Physikbuch drinne. Weiß net, was des da drin sucht ((Lacht)). Des isch überhaupt voll der Müll.

Nach der Göttinger Schulbuchbefragung empfinden die T-Schüler die Bilder ihrer Bücher als hilfreich beim Verstehen. Die vorliegende Untersuchung kann dies nicht bestätigen (s. Anhang).

6 Zusammenfassung

Mit dem Buch zum Karlsruher Physikkurs liegt ein Schulbuch vor, das von den Schülern in größerem Maße angenommen wird als bisherige Lehrbücher. Das Buch zum Karlsruher Physikkurs kann damit als Beitrag zur Entwicklung von schülergerechten Lehrbüchern angesehen werden, dessen Schülerwirksamkeit als statistisch erhärtete Hypothese belegt ist.
Die Verständlichkeit der Schulbücher hat eine einfache Folge: K-Schüler haben – im Gegensatz zu den T-Schülern – die Möglichkeit, den Unterricht zu Hause nachzuvollziehen. Die K-Lehrer halten sich bei einzelnen Unterrichtsthemen im Wesentlichen an den Gang des Buches. Dies geht bei der Wärmelehre mit einer vermehrten Ausbildung von physikalischen Konzepten als bei traditionell unterrichteten Schülern einher (Starauschek, 2002).
Auf welche Faktoren ist dies zurückzuführen? Zwei Befunde liegen vor: Das Sprachniveau des Buches zum Karlsruher Physikkurs ist dem Sprachniveau der Schüler der Sekundarstufe I angepasst. Dies lässt sich – bei aller Vorsicht gegenüber dem verwendeten Instrument – mit sprachstatistischen Mitteln zeigen (Starauschek, 1998). Weiter gibt es für die Mechanik erste empirisch gesicherte Hinweise, dass die Sprache des Karlsruher Kurses näher an der Alltagssprache orientiert ist (Opitz, 2000). Diese Befunde reihen sich in die Aussagen der Schüler ein.

7 Ausblicke

(a) Ein Erklärungsansatz weist auf tieferliegende Gründe, die in der veränderten Sachstruktur des Karlsruher Kurses liegen. Die Daten der Evaluationsstudie deuten auf eine sprachliche Dimension des Unterrichts nach dem Karlsruher Kurs hin, die im bisherigen traditionellen

Physikunterricht nicht zum Tragen kommt. Dies lässt sich zusammenfassend interpretieren: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs erlaubt es, im Unterricht ein funktionierendes Sprachspiel zu verwenden. Dem traditionellen Unterricht steht ein entsprechendes Sprachspiel nicht zur Verfügung (Starauschek, 2002).

Wie es scheint, wird es insbesondere den Schülerinnen durch eine redundante Struktur und Sprache ermöglicht, sich besser zu erinnern. Bildlich gesprochen kann die Sprache des Karlsruher Physikkurses die Schüler bei der Entwicklung von physikalischen Konzepten „stützen". Für die Lernenden ist sie ein Gerüst, an dem sie bei Lernprozessen Halt finden können. Das K-Buch stützt außerhalb des Unterrichts.

(b) Es ist lohnenswert, die Oberflächenmerkmale der Textkohärenz des K-Buches und die Kohärenz der Schülervorstellungen weiter zu untersuchen (Schnotz, 1994).

Nimmt man für das Verstehen und Lernen die Beschreibung mit mentalen Repräsentationen an (Schnotz, 1996), so liegt mit dem Buch zum Karlsruher Physikkurs ein Untersuchungsobjekt vor, mit dem sich das Zusammenspiel von propositionalen Repräsentationen, mentalen Modellen und grafischen Repräsentationen untersuchen lässt.

(c) Zum Schluss eine historische Bemerkung, die auf eine soziologische Dimension des Physiklernens weist. Die Ausgangsfrage lautet: Warum haben Schülerinnen und Schülern keinen Zugang zu verständlichen und nutzbaren Schulbüchern? Zu Beginn der 90er Jahre wurde am IPN an der Universität Kiel der Versuch unternommen, eine Reihe von Textbüchern für Schülerinnen und Schüler zu schreiben und die Kritik der Schulbuchforschung ernst zu nehmen (z.B. Duit, Häußler, Mikelskis & Westphal 1996). Die entwickelten Schulbücher haben sich auf dem Markt nicht gehalten.

Mit den Ergebnissen der Schulbuchforschung lässt sich dies deuten: Offenbar bedient der Schulbuchmarkt nicht die Interessen der Schülerinnen und Schüler, sondern die Erwartungen der Mehrheit der Lehrerinnen und Lehrer. Ein sich selbst stabilisierender Regelkreis ist in Gang gesetzt: Schulbuchverlage müssen aus ökonomischen Gründen Schulbücher verkaufen und erfüllen die Erwartungen der Lehrerinnen und Lehrer; die Lehrerinnen und Lehrer können behaupten, es gebe keine Alternativen zu den gängigen Schulbüchern.

Welches Licht dieser bislang hypothetisch unterstellte Regelkreis auf die gesellschaftliche Funktion der Physik, auf das Lernen von oder über Physik und auf die Einschätzung der Ernsthaftigkeit der Bemühungen zur Verbesserung des Physikunterrichts wirft – die wissenschaftliche Beantwortung dieser Frage ist der Soziologie vorbehalten.

Literatur

Bleichroth, W., Dräger, P., Merzyn, G., Appel, T., Juraschek, K. & Polzin, U. (1987). Schüler äußern sich zu ihrem Physikbuch. Naturwissenschaften im Unterricht Physik (Chemie) 26, 262 - 264.

Cohen, J. (1992). A Power Primer. Psychological Bulletin 112, 1, 155-159.

Duit, R., Häußler, P., Mikelskis, H.F. & Westphal, W. (1996). Um die Welt zu begreifen, Physik 9/10. Frankfurt a.M.: Diesterweg.

Herrmann, F. (1998). Der Karlsruher Physikkurs. Köln: Aulis.

Hoffmann, K.W., Kanig, G.E. & Weltner K.V. (1979). Lernen außerhalb von Lehrveranstaltungen. Forschungsbericht. Frankfurt a.M.: Universität. Nach: Merzyn (1994).

Kaiser, H. (1981). Physikbücher an der gymnasialen Kollegstufe. In: Deutsche Physikalische Gesellschaft, Fachausschuss Didaktik der Physik: Vorträge zur Frühjahrstagung. Gießen: Universität, 514-519.

Merzyn, G. (1994). Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Kiel: IPN.

Müsgens, R. (1979). Physikbücher in der gymnasialen Oberstufe. physica didactica 6, 171-182.

Opitz, R. (2000). Welche Rolle spielt die Fachsprache bei der Lösung physikalischer Fragestellungen? – Ergebnisse einer Befragung unter Schülern und Laien zum Wort „Kraft". CD zur DPG Tagung Didaktik der Physik Dresden.

Schnotz, W. (1994). Aufbau von Wissensstrukturen

– Untersuchungen zur Kohärenzbildung beim Wissenserwerb von Texten. Weinheim: Beltz.

Schnotz, W. (1996). Psychologische Ansätze des Wissenserwerbs und der Wissensveränderung. In: Duit, R. & v. Rhöneck, C. (Hrsg.): Lernen in den Naturwissenschaften. Kiel: IPN, 15-36.

Schmöger, H. (1982). Untersuchungen zur Rolle der Unterrichtshilfen bei der effektiven Planung und Realisierung des Schullehrbuches im Fach Physik. Dissertation. Erfurt/Mühlhausen: Pädagogische Hochschule.

Starauschek, E. (1998). Zur Sprache im Karlsruher Physikkurs. Praxis der Naturwissenschaften Physik, 47, 2, 24-28.

Starauschek, E. (2002). Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs – Ergebnisse einer Evaluationsstudie. Berlin: Logos Verlag.

Dr. Erich Starauschek ist Physikdidaktiker am Lehrstuhl für Didaktik der Physik an der Universität Potsdam.
e-Mail: starau@rz.uni-potsdam.de

Anhang

Für Klasse 8 kann eine größere Stichprobe verwendet werden(NK = 330, NT = 129), da einzelne Klassenstufen wie bei der gesamten Stichprobe nicht proportional vertreten sein müssen. Die folgenden Tabellen zeigen die Kategorien und Unterkategorien zu: Was gefällt dir an Deinem Physikbuch besonders? Was gefällt dir nicht an Deinem Physikbuch? Angabe in Prozent, Mehrfachnennungen.

Was gefällt dir nicht an Deinem Physikbuch?	K	T
Verstehen	27	24
unverständlich	8	17
manches unverständlich erklärt	9	5
Umfang der Erklärungen	9	1
Inhalt	4	6
langweilig	2	4
Versuche	1	2
Themen fehlen	0	0
Objekteigenschaften	5	12
schwer, dick	2	10
Format	1	1
Alter	0	0
Umweltschutzpapier	2	0
Beispiele, „Organiser“	6	2
Beispiele	2	0
Formelsammlung fehlt	2	0
Zusammenfassung fehlt	2	1
Aufgaben	9	19
Stichwort Aufgaben	4	6
Aufgabenstellung	2	5
Anzahl	1	2
Schwierigkeitsgrad	1	4
fehlende Lösungen	1	0
Gestaltung	13	15
schwarzweiß	4	1
Unübersichtlichkeit	8	12
Einband	1	0
Bilder, Skizzen, Zeichnungen	10	2
schlechte Bilder	9	2
Bilder sind schwer zu verstehen	1	0
Keine Angabe	32	21
Volle Ablehnung	5	10
Sonstige	5	10

Was gefällt dir an Deinem Physikbuch besonders?	K	T
Verstehen	61	16
gute, verständliche, nachvollziehbare Erklärungen	45	12
Bilder helfen beim Verstehen	12	2
anschaulich, bildlich erklärt	4	2
Inhalt	6	30
Versuche	2	18
Teile des Buches: Info, Geschichte..	2	9
interessanter, wirklichkeitsnaher Inhalt	2	3
Objekteigenschaften	2	6
Umweltschutzpapier	2	0
dünn, leicht, Format	0	5
Beispiele, „Organiser“	14	10
Beispiele	6	4
gute Zusammenfassung	2	4
gute Merksätze	6	2
Aufgaben	7	2
Stichwort Aufgaben	4	0
klare Aufgabenstellung	2	0
Anzahl	1	2
Schwierigkeitsgrad	1	0
Gestaltung	11	6
Übersichtlichkeit	9	1
Einband, Titelbild	1	5
schwarzweiß	0	0
bunt	0	1
Bilder, Skizzen, Zeichnungen	26	27
viele gute Bilder	21	26
Bilder sind gut zu verstehen	5	1
Struktur	3	1
Keine Angabe	14	19
Volle Zustimmung	2	12
Sonstige	5	2