

## Codier- und Analyse-Schema für physikalische Abbildungen in Schulbüchern

Alexander Strahl\*, Agnes Styp von Rekowski\*, Rainer Müller\*

\*IfdN, Abt. Physik & Physikdidaktik, TU Braunschweig  
[a.strahl@tu-bs.de](mailto:a.strahl@tu-bs.de), [agnes\\_styp\\_von\\_rekowski@yahoo.de](mailto:agnes_styp_von_rekowski@yahoo.de), [rainer.mueller@tu-bs.de](mailto:rainer.mueller@tu-bs.de)

### Kurzfassung

Die Untersuchungen der Qualität von Abbildungen in verschiedenen Schulbüchern, ergaben interessante Ergebnisse bezüglich der verschiedenen Arten von Fehlerkategorien. Es wurde versucht ein Codier- und Analyse-Schema für diese Kategorien von Fehlern in physikalischen Abbildungen zu entwickeln. Berücksichtigt wurden neben den verschiedenen Fehlerklassen (Bildunterschrift, didaktische Qualität, fachliche Richtigkeit, ...) auch die Funktion und Einbettung der Bilder in den Text.

### 1. Abbildungen in Büchern

Schulbücher erfüllen im heutigen Unterrichtsgeschehen eine wichtige und unerlässliche Funktion: Sie unterstützen den Lernprozess und dienen der Vermittlung, Veranschaulichung sowie zur Visualisierung von Wissen. Insbesondere Abbildungen gewinnen in diesem Zusammenhang immer mehr an Bedeutung, da nach Small und Vorgan [1] Schülerinnen und Schüler durch den häufigen Konsum moderner Medien an Bilder gewöhnt sind und dadurch zu reinen Texten oftmals nur schwer einen Bezug finden. Das Lesen von Physiktext gehört laut IPN-Interessensstudie zu den unbeliebtesten Handlungen im Unterricht [2, S. 135]. Da sich hieraus, besonders für Abbildungen, eine hohe Qualitätsanforderung ergibt, ist aufgrund des hohen Stellenwerts, den Schulbücher sowohl bei Lehrenden als auch bei Lernenden innehaben, leicht nachvollziehbar und verständlich. Aus diesem Grund soll die vorliegende Veröffentlichung einen Beitrag zur wissenschaftlichen Überprüfung der Güte von Abbildungen in (Physik-)Schulbüchern leisten.

Darstellungen sind in der Physikvermittlung ein zentrales Medium [3]. Die Abbildungen können bis zu 50 % des Umfangs eines Schulbuches ausmachen [4, S. 18]. Abbildungen können nicht nur Wissen vermitteln, sondern auch strukturierend und motivierend wirken. Viele Modellerklärungen in der Physik werden erst durch ihre bildhafte Darstellung verständlich.

Dem wissenschaftlichen Lernen kommen bildhafte Darstellungen aber nur zugute, wenn der Betrachter die Inhalte begreift und weiterdenkt. Hier ist es besonders wichtig, dass die Bilder gewissen Qualitätsmerkmalen genügen, um die Betrachter nicht zu verwirren oder ihnen gar Falsches zu suggerieren. Nach Levin [5] gehören zu den Funktionen von

Bildern die dekorative Funktion, die Repräsentations-, Interpretations-, Organisations- und Transformationsfunktion. Weidenmann [6] erweitert diese Funktionen in der Physik noch um die physikalische Visualisierung und die Motivationsfunktion.

Merzyn untersuchte 1994 den Gebrauch von Schulbüchern [4] und kam zu dem Ergebnis, dass Physikschulbücher intensiv genutzt werden. Eine Untersuchung von 2009 [7] zeigt, dass Schulbüchern immer noch ein hoher Stellenwert eingeräumt wird und sie für die Vorbereitung und Durchführung von Unterricht genutzt werden. Bauer [8] weist nach, dass auch offensichtlich falsche Darstellungen in den Unterricht übernommen werden.

### 2. Voruntersuchungen

In zwei Qualifikationsarbeiten von A. Styp von Rekowski „Die Qualität von Abbildungen in zwei Physikschulbüchern der Sekundarstufe I“ [9] und U. Tegebauer „Die Qualität von Abbildungen in Physikschulbüchern der Oberstufe“ [10], wurde die Qualität von Abbildungen in Physikschulbüchern untersucht. Dabei wurden in vier Schulbüchern 2727 Abbildungen begutachtet. Die untersuchten Bilder enthielten 1192 Fehler.

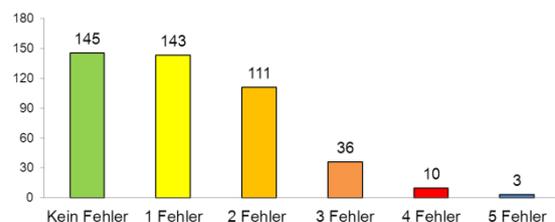
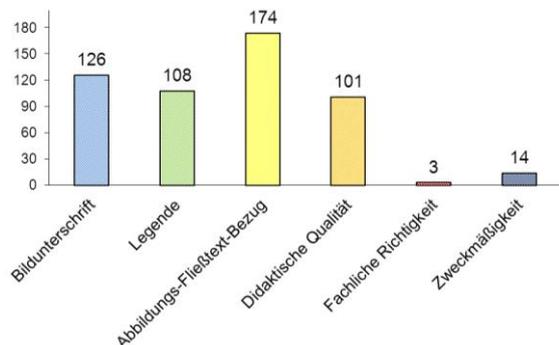


Abb.1: Verteilung der Fehleranzahl in einem untersuchten Physikschulbuch. [11]

Beispielhaft soll die Abbildung 1 und die Abbildung 2 die Verteilung der Fehler illustrieren, die in einem Buch vorkamen. Das Buch enthielt 448 Abbildun-

gen, welche 492 Mängel aufwiesen. Die meisten Probleme traten nur in Teilaspekten auf. So wiesen viele Abbildungen mangelhafte Bildunterschriften, fehlenden Legenden oder Mängel bezüglich der didaktischen Qualität auf.

Die Fehler wurden in sechs Kategorien unterteilt.



**Abb.2:** Unterteilung der Fehler in sechs Kategorien. [11]

In der Veröffentlichung: Strahl et al. *Die Qualität von Abbildungen in Physik-Schulbüchern*. [11] finden sich weitere Ergebnisse. In der Chemiedidaktik gab es ähnliche Untersuchungen, die Ergebnisse sind vergleichbar [12 ,13]. Die Stiftung Warentest untersuchte 2007 17 Biologie- und Geschichtslehrbücher und kommt zu eher negativen Ergebnissen [14].

### 3. Codierschema

In der Qualifikationsarbeit von A. Styp von Rekowski „*Qualität von Abbildungen in Physikschulbüchern – Entwicklung eines Codierschemas und Empirische Untersuchung*“ [15] wurde ein Codierschema entwickelt, welches als einheitliches Instrument zur Qualitätsbewertung von Abbildungen dienen kann. Als Grundlage für das Entwerfen des Codierschemas wurde die sozialwissenschaftliche Methode der Inhaltsanalyse herangezogen, wie sie Früh beschreibt [16]. Bilder sind im Bereich dieser Art von Forschung bislang selten untersucht worden, da es sich bei der Analyse um „*ein schwieriges Unterfangen handelt*“ [17, S. 85].

Mit Hilfe des Codierschemas soll eine standardisierte und strukturierte Bewertung von Abbildungen ermöglicht werden. (Download auf [www.strahl.info](http://www.strahl.info)) Das konzipierte Codierschema enthält einen Einleitungsteil, einen Ablaufplan, einen Codierleitfaden und einen Bewertungsbogen.

Der Codierleitfaden beinhaltet sechs verschiedene Hauptkategorien mit diversen Unterkategorien:

- Bildunterschrift
- Legende
- Abbildungs-Fließtext-Bezug
- didaktische Qualität
- fachliche Richtigkeit
- Zweckmäßigkeit

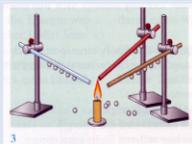
Außerdem enthält der Leitfaden Definitionen, Ankerbeispiele und Codierregeln (s. Abb. 3). Anhand des Ablaufplans kann sich der Codierer orientieren. Das vollständige Codierschema ist unter verfügbar: [www.strahl.info/down/codierabb.pdf](http://www.strahl.info/down/codierabb.pdf)

#### 3.1. Intra- und Inter-Coder-Reliabilität

Die Intra-Coder-Reliabilität gibt die Übereinstimmung von Bewertungen eines Codierers wieder, hier am Anfang und am Ende einer Phase. Über alle sechs Kategorien beträgt sie ,832. Bei der Inter-Coder-Reliabilität wird die Analyse von mehreren Personen durchgeführt und gegenübergestellt. Über alle sechs Kategorien beträgt sie ,924. Zur Berechnung der Intra- und Inter-Coder-Reliabilität wurde das Verfahren von Lombard [18] verwendet. Um einzuschätzen, ob die beiden Werte als akzeptabel ansehbar sind, schreibt Rösler [17, S.204]: „*Bei Kategorien mit komplizierten Sachverhalten, die sich nur mühsam voneinander abgrenzen lassen, werden wir bereits Koeffizienten von ,75 als Erfolg werten.*“

#### 4. Überprüfung

Zur Erfassung der Validität des Schemas wurden 12 als fehlerhaft angemerkte Abbildungen leicht verändert und Schülerinnen und Schülern (n = 108) sowie

Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Codierregel
<b>Bildunterschrift</b>			
Bildunterschrift fehlt	Eine Bildunterschrift ist nicht vorhanden, obwohl sie erforderlich wäre.		Ist der Aspekt der Definition nicht berücksichtigt, so weist die Abbildung Mängel in Hinblick auf die Bildunterschrift auf.
<b>Legende</b>			
Legende fehlt	Eine Legende ist nicht vorhanden, obwohl sie erforderlich wäre.		Ist ein Aspekt der Definition nicht berücksichtigt, so weist die Abbildung Mängel in Hinblick auf die Legende auf.

**Abb.3:** Beispiele aus dem Codierleitfaden.



Abb.4: Beispiel 1: Boot (links neu, Mitte original)

Lehrerinnen und Lehrern (n = 32) vorgelegt. Der entworfene Umfragebogen beinhaltet die Gegenüberstellung der entworfenen Verbesserungsvorschläge und der Originalabbildungen aus den Schulbüchern. Mithilfe des Umfragebogens sollten Schülerinnen und Schüler einer 7. und 8. Jahrgangsstufe einer Realschule sowie Lehrerinnen und Lehrer die Abbildungen auswählen (und ggf. kommentieren), die ihrer Meinung nach den Sachverhalt am verständlichsten darstellen. Auf dem Fragebogen war nicht ersichtlich, welches das originale und welches das neue Bild war. In Abbildung 4, 5, 6 sind drei Beispiele dargestellt. Links ist jeweils der Verbesserungsvorschlag, in der Mitte die Originalabbildung und rechts die Entscheidung der befragten Personen zu sehen.

#### 4.1. Beispiel 1: Boot

Bei der Originalabbildung aus dem Schulbuch liegen Mängel hinsichtlich der Legende sowie der didaktischen Qualität vor. Die Mängel hinsichtlich der didaktischen Qualität sind im Aufbau der Abbildung zu finden, da die Gewichtung der Abbildungsgrößen entsprechend ihrer Wichtigkeit vernachlässigt wurde. Ferner ist die Legende fehlerhaft und eine Bildunterschrift fehlt gänzlich (vgl. Abb. 4 Mitte). Im zugehörigen Verbesserungsvorschlag (vgl. Abb. 4 links) wurde die Abbildung um eine Bildunterschrift ergänzt. Ferner wurden die didaktischen Mängel hinsichtlich der Berücksichtigung einer Rot-Grün-Blindheit, des Aufbaus und der Größenverhältnisse behoben. Zur Verdeutlichung und Erklärung wurde eine separate Legende erstellt.

Vergleicht man die Ergebnisse der Schülerinnen und

Schüler mit 85 % und Lehrerinnen und Lehrern mit 97 % Zustimmung (vgl. Abb. 4 rechts) hinsichtlich dieser Abbildungen, so ist zu erkennen, dass bei den beiden befragten Personengruppen die neu erstellte Abbildung häufiger präferiert wurde. Allerdings entschieden sich prozentual gesehen mehr Lernende für die originale Schulbuchabbildung als Lehrende. Einige Schüler, die sich für die originale Schulbuchabbildung entschieden, fanden die größere Darstellung des „Bootsbildes“ besser.

Die häufigsten Angaben zum Verbesserungsvorschlag sowohl der Lehrkräfte als auch der Lernenden waren, dass die Abbildung übersichtlicher und die Kräfterdarstellung besser sei. Ebenso trüge die Legende zur besseren Verständlichkeit der Abbildung bei. Somit wurden die verbesserten Bereiche der Abbildung von den Schülern als auch von den Lehrern erkannt und auch als Gründe für die Entscheidung angegeben.

#### 4.2. Beispiel 2: Luftpumpe

Die Originalschulabbildung weist Mängel bezüglich der Bildunterschrift sowie der didaktischen Qualität auf (vgl. Abb. 5 Mitte). Die Bildunterschrift ist in diesem Fall zu ungenau und es ist nicht ersichtlich wo die Luft zusammengepresst wird. Daher ist die Abbildung als didaktisch zweifelhaft anzusehen. Bei der Verbesserung der Abbildung (vgl. Abb. 5 links) wurde eine eigene Zeichnung angefertigt. Im Gegensatz zum Originalbild ist hier nun auch das Innere der Pumpe zu sehen, was für ein besseres Verständnis hilfreich ist. Ferner wurde die Bildunterschrift verändert.

Beim Vergleich der Ergebnisse zu dieser Abbildung



Abb.5: Beispiel 2: Luftpumpe (links neu, Mitte original)

(vgl. Abb. 5 rechts) lässt sich eindeutig erkennen, dass die neu erstellte Abbildung bei beiden Personengruppen häufiger gewählt wurde. Der prozentuale Anteil der Probanden, die die neue Abbildung gewählt haben, liegt bei den Schülern bei 84 % und bei den Lehrern bei 88 %. Die häufigsten genannten Motive zur Entscheidung gegen die originale Schulbuchabbildung stimmten bei den Lehrenden und Lernenden überein. Angemerkt wurde, dass eine schlechte Bildauswahl getroffen wurde. Ein Schüler kommentierte, dass er mit der Originalabbildung „nichts anfangen könne“ und ein Lehrer unterstützte diese Aussage, indem er anmerkte, dass man sich die Abbildung auch hätte sparen können. Im Hinblick auf die Kommentare der Lernenden und Lehrenden zu der neuen Abbildung wird deutlich, dass die am häufigsten genannten Gründe weitgehend ähnlich sind. Diese beziehen sich vor allem auf die anschaulichere sowie verständlichere Darstellung, die durch den Querschnitt und die Pfeile bewirkt worden ist. Ferner wird begründet, dass die Bildunterschrift ausführlicher sei.

### 4.3. Beispiel: Hebel

Die vorliegende Originalabbildung zum Thema „Einseitiger Hebel“ weist Mängel hinsichtlich der Legende auf (vgl. Abb. 6 Mitte). Bei Betrachtung der Abbildung wird nicht ersichtlich, für was die Abkürzung „D“ stehen soll. Ferner wird die Bedeutung des Pfeils nicht erläutert und es fehlt der Kraftpfeil bei dem Massestück. Um eine vollständige Verbesserung der Originalschulabbildung zu erhalten, wurde zunächst die Beschriftung „D“ um die in Klammern gesetzte Erläuterung „Drehpunkt“ ergänzt (vgl. Abb. 6 links). Weiterhin wurde die Abbildung durch das Hinzufügen des Pfeils bei dem Massestück und durch die Beschriftung dieser beiden Pfeile verbessert. Im Gegensatz zum Ausgangsbild ist nun eindeutig zu erkennen, dass es sich bei dem Pfeil um eine wirkende Kraft handelt. Ebenso wurden in die Abbildung die Hebellängen  $s_1$  und  $s_2$  hinzugefügt. Durch diese Beschriftung wird es möglich, dass die Lehrkraft im Unterrichtsgeschehen mit Hilfe dieser Abbildung auf den Gleichgewichtsfall beim einseitigen Hebel eingeht oder diese Formel erarbeitet.

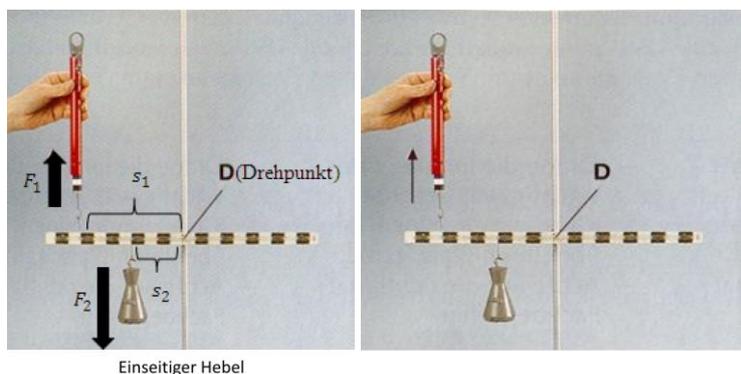


Abb.6: Beispiel 3: Hebel (links neu, Mitte original)

Der Vergleich der Ergebnisse der Schüler als auch der Lehrer hinsichtlich der Bilder (vgl. Abb. 6 rechts) zeigt, dass zum Einen bei beiden Personengruppen überwiegend die neu erstellte Abbildung gewählt wurde und zum Anderen, dass sich prozentual gesehen mehr Schüler (27 %) als Lehrer (6 %) für die originale Schulbuchabbildung entschieden haben. Begründet wurde die Wahl der Lernenden für die originale Schulbuchabbildung damit, dass die Beschriftung nicht so kompliziert und verwirrend sei. Die Lehrerschaft äußerte sich nicht zu dieser Abbildung.

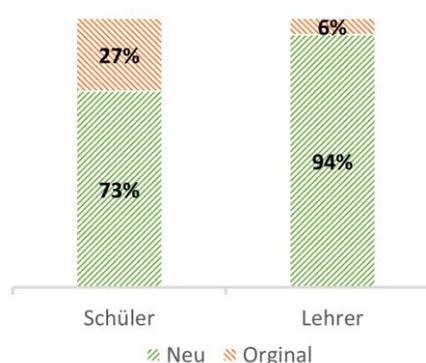
Bei denjenigen, die sich für den Verbesserungsvorschlag entschieden haben, wurde von den meisten Schülern die Begründung angegeben, dass die Beschriftung besser sei. Von einer Lehrperson wurde diese jedoch bemängelt, da die Abbildung durch die vielen Beschriftungen verwirrend auf den Betrachter wirke.

### 4.4. Schlussfolgerung

Bei Betrachtung der Ergebnisse des Fragebogens kann festgestellt werden, dass bei fast allen Gegenüberstellungen die neu erstellte Abbildung präferiert wurde. Lediglich in einem Fall wurde die Originalschulbuchabbildung dem Verbesserungsvorschlag vorgezogen. Dieses eindeutige Resultat der Umfrage zeigt, dass die erkannten Mängel, auch von unabhängigen Testpersonen, bestätigt werden. Darüber hinaus zeigt das Ergebnis der Umfrage, dass die Verbesserungsvorschläge, die mit der Intention der Behebung der festgestellten Mängel erstellt wurden, dieses Ziel nicht verfehlt haben. In elf von zwölf Fällen empfanden die Schülerinnen und Schüler und die Lehrerinnen und Lehrer die neu erstellte Abbildung als verständlicher, einfacher oder klarer. In diesem Zusammenhang soll ebenso darauf hingewiesen werden, dass sich die Meinungen der Schüler und Lehrer in allen Fällen deckten. Dies lässt die Wertung zu, dass die initiierten Verbesserungsvorschläge, unabhängig von der Zielgruppe, präferiert werden.

### 5. Zusammenfassung

Die Beurteilung der Qualität von Abbildungen in Physikschulbüchern, die überraschende Ergebnisse



lieferte [11], konnte durch die Entwicklung eines Codierschemas erweitert werden. Die Werte der Intra- und Inter-Coder-Reabilität sind als Erfolg zu beurteilen.

Bei 12 Abbildungen wurde versucht die gefundenen Mängel zu beheben. Schülerinnen und Schüler, als auch Lehrerinnen und Lehrer wurden originale und neue Abbildungen vorgelegt. 11-mal entschieden sich beide Gruppen für die neue Version. Es gab keine großen Abweichungen zwischen den befragten Lernenden und Lehrenden.

Abschließend kann angemerkt werden, dass eine Erhöhung des Verständnisses und der Akzeptanz, sowohl seitens der Lehrer- als auch der Schülerschaft ohne großen Aufwand durch die Verlage erreicht werden kann. In den meisten Fällen genügen lediglich kleine Änderungen, um eine erhebliche Verbesserung zu erzielen.

## 6. Literatur

- [1] Small, Gary; Vorgan, Gigi: iBrain. Wie die neue Medienwelt das Gehirn und die Seele unserer Kinder verändert. Kreuz Verlag 2009.
- [2] Häußler, P.; Bünder, W.; Duit, R.; Gräber, W.; Mayer, J. (1998): Perspektiven für die Unterrichtspraxis. IPN: Universität Kiel
- [3] Kircher, E.; Girwitz, R. Häußler, P. (2001): Physikdidaktik. Springer
- [4] Merzyn, G. (1994): Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. IPN: Universität Kiel
- [5] Levin, J. R. (1981): On functions of pictures in prose. In Pirozzolo, F. J.; Wittrock, M. C. Neuropsychological and cognitive processes in reading. New York, Avademic Press 203-228
- [6] Weidenmann, B. (1994): Lernen mit Bildmedien, Weinheim, Beltz 1994
- [7] Härtling, H; Kauertz, A.; Fischer, H.E. (2012) Das Schulbuch im Physikunterricht. In: MNU 65/4 S. 197-200
- [8] Bauer, L. (1995): Zur Adressatenbezogenheit des Schulbuches – Für wen werden die Schulbücher eigentlich wirklich geschrieben. In: Olechowski, R. Schulbuchforschung. Frankfurt a.M., Berlin, Bern, New York, Paris & Wien: Peter Lang, S. 228-234
- [9] Syp von Rekowski, A. (2011): Die Qualität von Abbildungen in zwei Physikschulbüchern der Sekundarstufe I. Bachelorarbeit, Braunschweig
- [10] Tegebauer, U. (2011): Die Qualität von Abbildungen in Physikschulbüchern der Oberstufe. Masterarbeit, Braunschweig
- [11] Strahl, A.; Syp von Rekowski, A.; Tegebauer, U.; Müller, R. (2012): Die Qualität von Abbildungen in Physik-Schulbüchern. PhyDid B Online: <http://phydid.physik-fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/361> (28.05.2013)
- [12] Otto, C. (2008) Die Qualität von Abbildungen in Schulbüchern I. Qualitätskriterien und Bestandaufnahme anhand von Schülerbüchern Chemie: Schriftliche Hausarbeit zur Zulassung für die Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. Bayreuth
- [13] Dinkel, M. (2010) Die Qualität von Abbildungen in Schulbüchern II, Schriftliche Hausarbeit zur Zulassung für die Erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. Bayreuth
- [14] Stiftung Warentest (2007): Nicht ohne Tadel. Test 10/2007 S. 74-80  
Online: <http://www.test.de/Schulbuecher-Schlechtes-Zeugnis-1577822-0/> (28.05.2013)
- [15] Syp von Rekowski, A. (2012): Qualität von Abbildungen in Physikschulbüchern – Entwicklung eines Codierschemas und empirische Untersuchung. Masterarbeit, Braunschweig 2012
- [16] Früh, W. (2011): Inhaltsanalyse. Auf. 7 Konstanz und München: UVK Verlagsgesellschaft
- [17] Rössler, P. (2010): Inhaltsanalyse. 2. Auflage, Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH 2010
- [18] Lombard, M. (2010): Intercoder Reliability <http://astro.temple.edu/~lombard/reliability/> (28.05.2013)