

## Formeln in Physikbüchern

Alexander Strahl\*, Kolja Koszinowski, Rainer Müller\*

\* TU-BS, IfDN, Abteilung: Physik und Physikdidaktik,  
Pockelsstraße 11, 38106 Braunschweig

### Kurzfassung

In unterschiedlichen Schulbüchern für das Fach Physik wurde die Anzahl der enthaltenen Formeln ermittelt. Es wurden sowohl unterschiedliche Erscheinungsjahre als auch verschiedene Schulformen analysiert. Die Formeln wurden fünf Bereichen zugeordnet (Mechanik, Optik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre, Akustik).

Neben den Büchern für die Haupt- und Realschule und dem Gymnasium wurden Bücher aus der ehemaligen DDR berücksichtigt. Die Anzahl der ermittelten Formeln ist in drei Balkendiagrammen dargestellt. Die gemittelte Verteilung auf die fünf Gebiete wird jeweils in einem Kuchendiagramm veranschaulicht.

### 1. Einleitung

Die hier dargestellte Untersuchung soll einen ersten und groben Überblick über die in den Büchern für verschiedene Schultypen verwendeten Formelzahlen geben. Es geht um folgende quantitative Aussagen:

- Schulform
- Ausgabejahr
- Gesamtanzahl an Formeln
- Formeln pro Teilgebiet
- Unterschiede bei den Schulformen

- Zeitliche Tendenzen

Der Gebrauch und die Darstellungsweise von Formeln in Schulbüchern wurden nicht untersucht.

### 2. Herangehensweise

Die Formeln wurden fünf Themengebieten zugeordnet: Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre, Wärmelehre und Akustik. Je nach Schulbuch und Konzept sind manche Themenbereiche kaum voneinander zu trennen und gehen häufig ineinander über. Es wurden

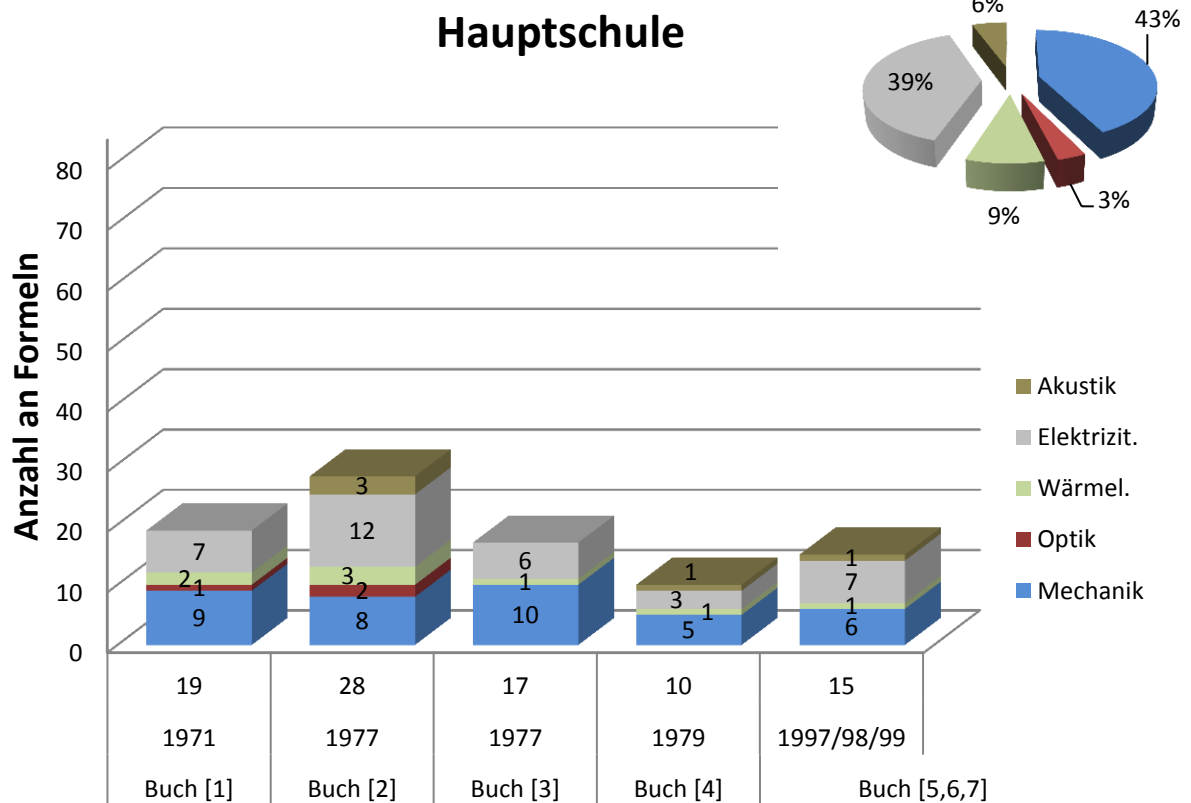


Abb. 1: Balkendiagramme für die in der Hauptschule ermittelten Formeln.  
Horizontale Achse: Gesamtformeln / Erscheinungsjahr / Buchnummer

z.B. Formeln zur Mechanik von Gasen und Flüssigkeiten zum Teilgebiet der Mechanik und Formeln zur Berechnung des Wirkungsgrades zum Bereich der Wärmelehre gezählt.

Die gezählten Formeln konnten nicht streng nach Jahrgangsstufen aufgeschlüsselt werden, da die untersuchten Bücher meist für mehrere Jahrgangsstufen vorgesehen waren. Typische Aufteilungen sind 7-8 und 9-10 oder 7-10; Einige Bücher sind für die Jahrgangsstufen 5-10 konzipiert. Da in den Jahrgängen 5-6 keine oder nur sehr wenige Formeln im Unterricht vorkommen, kann dieser Unterschied unberücksichtigt bleiben. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden keine Bücher der Sekundarstufe II untersucht.

### 3. Zählweise

- Wenn eine Formel innerhalb eines Buches **wiederholt** wurde, so wurde sie **nur einfach gezählt**.

Beispiel: Die Formel wird in Klasse 7 eingeführt und in Klasse 9 in einem anderen Thema wiederholt; sie wird in diesem Fall nur einmal gezählt.

- Ein physikalisches Gesetz, das **mit Worten in Formelschreibweise** dargestellt ist wurde **als Formel gezählt**. Beispiel:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgegebene Energie}}{\text{zugeführte Energie}}$$

- Ein Satz wie „Der Wirkungsgrad ist gleich dem Quotienten aus abgegebener Energie und zugeführter Energie.“ wurde **nicht als Formel** gewertet.
- Formeln, die als Gleichung nach allen **Größen umgestellt** wurden, wie etwa

$$U = R \cdot I, R = \frac{U}{I} \text{ und } I = \frac{U}{R}$$

wurden **als eine Formel gezählt**. Mathematische Umformungen und Rechnungen wurden nicht berücksichtigt

### 4.1 Auswertung: Hauptschule

Die Anzahl der Formeln in Büchern für die Hauptschule ist recht gering, lediglich Buch [2] weist eine höhere Anzahl an Formeln auf ( $N = 28$ ). Nimmt man dieses Buch heraus, so hat sich die Formelanzahl zwischen 1971 und 1997 etwas verringert, wobei sie ihr Minimum 1979 bei Buch [4] mit insgesamt 10 Formeln erreicht. Der Anteil der Formeln der Mechanik und Elektrotechnik ist bei allen Büchern am höchsten mit etwa 43% bzw. 39%.

Es fällt auf, dass im Jahr 1977 zwei Bücher stark unterschiedliche Gesamtformelanteile aufweisen (Buch [2] und [3]). Hieran lässt sich die abweichende Gestaltungs- und Herangehensweise an Physik-lehrstoff ablesen. Bei einigen Büchern werden für die Vermittlung bestimmter Teilgebiete (Optik und Akustik) keine Formeln herangezogen.

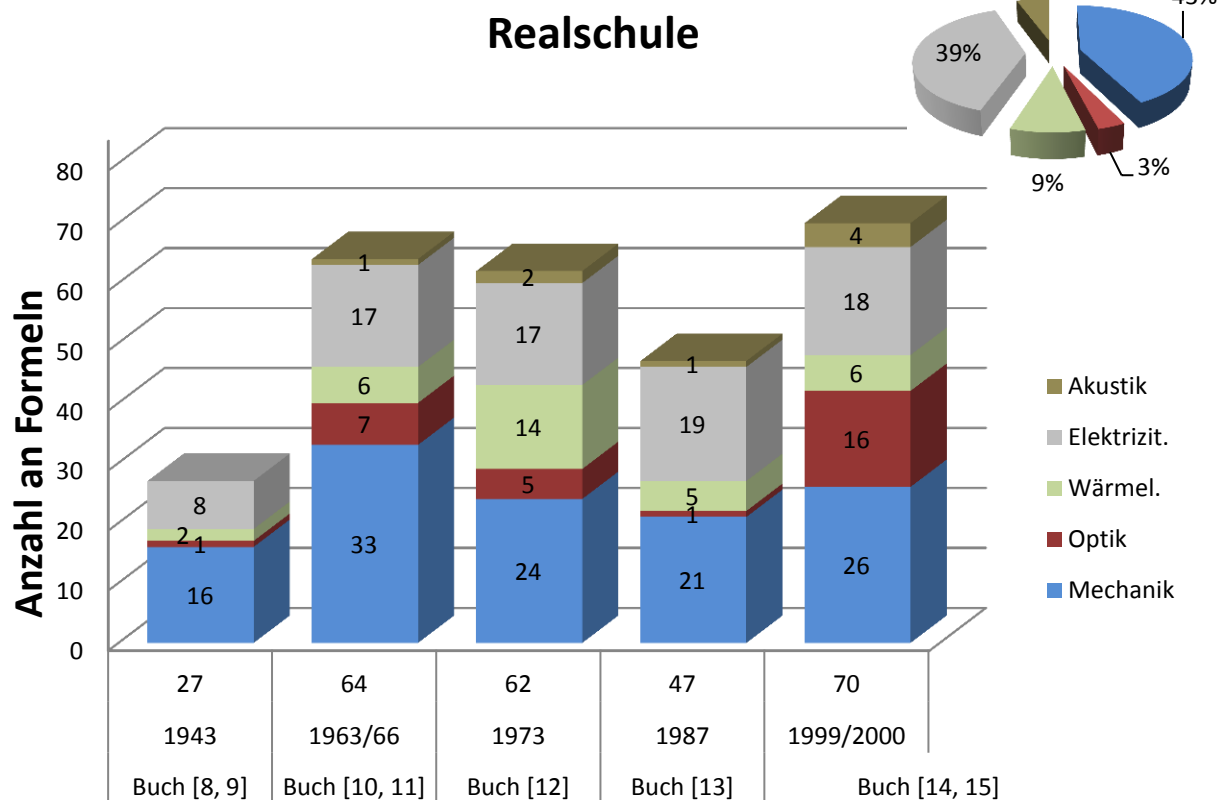


Abb. 2: Balkendiagramme für die in der Realschule ermittelten Formeln.  
Horizontale Achse: Gesamtformeln / Erscheinungsjahr / Buchnummer

Tendenziell hat sich die Formelanzahl über die Jahre nur geringfügig verändert. Eine Ausnahme stellt lediglich Buch [2] dar. Durchschnittlich werden 18 Formeln angeboten, deren Anzahl jedoch von Buch zu Buch stark abweicht. Eine zeitliche Tendenz ist nicht zu erkennen.

#### 4.2 Auswertung: Realschule

Die mit Abstand niedrigste Anzahl von Formeln präsentiert eine zweibändige Schulbuchausgabe aus dem Kriegsjahr 1943 [3, 9]. In dieser spielen aus Sicht der Formel- sowohl Wärmelehre ( $N = 2$ ) als auch Optik ( $N = 1$ ) keine Rolle. Interessant ist der starke Anstieg zwischen 1943 und 1963/66, auf ihn wird später eingegangen. Bemerkenswert ist, dass das neuste Buch [14, 15] von 1999 die größte Zahl von Formeln enthält. Der Formelanteil in der Optik ist in dieser Ausgabe im Vergleich zu den anderen Büchern sehr stark gestiegen. Die Anzahl der Formeln anderer Teilgebiete ist in allen Büchern (ohne [8, 9]) ähnlich, wobei einzelne Teilgebiete in einzelnen Buchausgaben stark differieren. Zeitlich scheint die Anzahl der Formeln in Realschulbüchern in (West)-Deutschland über die Jahre annähernd konstant geblieben zu sein.

#### 4.3 Auswertung: Gymnasium

Im Gegensatz zu den Schulbüchern für die Realschule zeigen die Lehrbücher für Gymnasien eine gegenläufige Entwicklung: Die Anzahl verwendeter Formeln ist seit Mitte der 1980er Jahre rückläufig und fällt innerhalb von 20 Jahren von 83 gezählten Formeln in Buch [19] (1983) auf 54 Formeln im jüngsten der untersuchten Bücher „Impulse Physik“ [21] (2002). Damit ist in dieser Ausgabe der niedrigste Stand seit 1950 erreicht. Im Durchschnitt sind in den Gymnasialbüchern am meisten Formeln ( $N = 60$ ) enthalten, es ist eine ähnlich hohe Standardabweichung ( $\pm 17,7$ ) wie bei den Realschulbüchern zu verzeichnen.

Von 1950 bis 1972 verdoppelte sich die Formelanzahl, es gibt eine ähnliche Erhöhung wie bei den Realschulbüchern. Dieser starke Anstieg korrespondiert gut mit dem „Sputnik-Schock“ (4. Okt. 1957), in dessen Folge sehr viel mehr Wert auf technisch-formelle Inhalte gelegt wurde.

In allen Büchern für das Gymnasium findet sich jedes der fünf Teilgebiete mit wenigstens einer Formel vertreten.

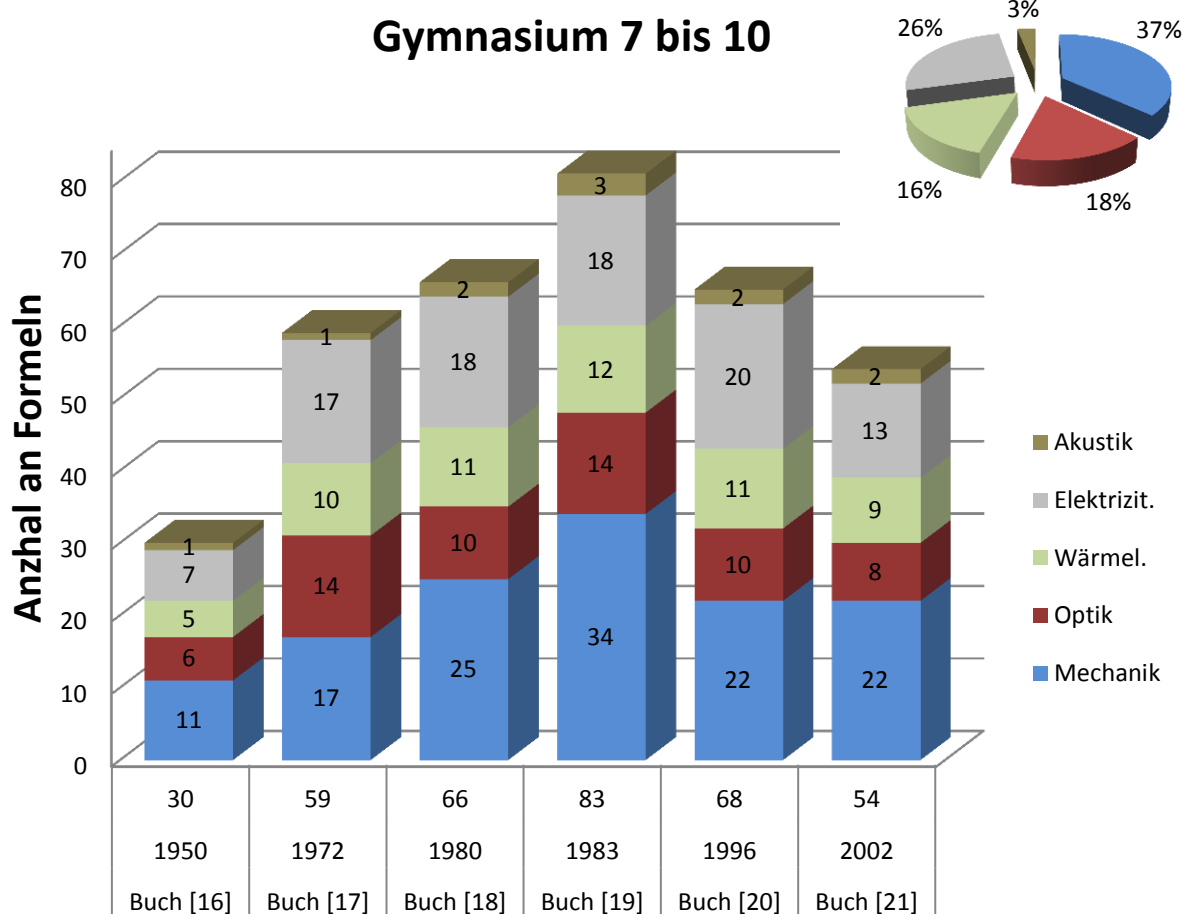


Abb. 3: Balkendiagramme für die im Gymnasium ermittelten Formeln.  
Horizontale Achse: Gesamtformeln / Erscheinungsjahr / Buchnummer

## 5. Zusammenfassend

Um einen weiteren Vergleich zu ermöglichen wurden zusätzlich Bücher aus der ehemaligen DDR mit hinzugenommen. Die Formelanzahl ( $N = 67$ ) ist in den Büchern der ehemaligen DDR auch vor 1957 recht hoch. Bei der Auswertung des Bandes „Volk und Wissen“ [22] von 1947 fiel auf, dass nur 6 Formeln im Bereich Elektrizitätslehre verwendet wurden, bei den späteren Bänden der Klassen 7 bis 10 [23, 24, 25, 26] (1977-91) waren es schon 24. Dies entspricht der höchsten Anzahl aller durchgesehenen Bücher.

Die Anzahl der Formeln steigt wie erwartet mit der Schulform. Entsprechend lassen sich nur wenige Formeln in den Büchern der Hauptschule finden. Die Formelzahl in Realschul- und Gymnasialbüchern ist relativ vergleichbar, bei den neueren Büchern sind sogar in Realschulbüchern mehr Formeln aufgenommen. Dies mag mit dem ursprünglichen Selbstverständnis der „Realien“-Schule korrespondieren und spiegelt sich auch in den Lehrplänen wieder, in denen die naturwissenschaftlich-technischen Fächer traditionell ein relativ hohes Gewicht besitzen.

Die Verteilung der Formeln nach Themengebieten ist bei allen Schulformen ähnlich: Mechanik ist am formelintensivsten, gefolgt von der Elektrizitäts- und Wärmelehre. In den Gebieten Optik und Akustik werden zur Vermittlung nur sehr wenige Formeln angeboten.

## 6. Anmerkung und Ausblick

Diese Art der Analyse soll als erster Überblick verstanden werden, mit 26 Büchern ist die Anzahl für genauere statistische Aussagen zu gering. Es zeigt sich aber, dass bestimmte Tendenzen ersichtlich sind.

## 7. Literatur

- [1] 17 - SCHRÖDEL, Wilhelm; SICHELSCMIDT, Rudolf; [u.a.] (Hrsg.); (1976) 8. Aufl. *Natur und Technik 2- Ein Arbeitsbuch für Physik und Chemie (7.-9. Schuljahr)*. Velhagen & Klasing, Berlin 1971
- [2] 7 - AMBERGER, Günter; BECK, Wolfgang; [u.a.] (Hrsg.); (1977) 1. Aufl. *Wege in die Physik*. Klett Verlag, Stuttgart
- [3] 21 - SCHRÖDEL, Wilhelm; SICHELSCMIDT, Rudolf; [u.a.] (Hrsg.); (1984) 2. Aufl. *Natur und Technik - Physik und Chemie 7-9*. Cornelsen-Velhagen & Klasing, Berlin 1977
- [4] 8 - GROTE, Karl-Heinz; WALZ, Adolf; (Hrsg.); (1979) *Welt der Physik und Chemie*, Schroedel Schulbuchverlag, Hannover
- [5] 4 - HAUSFELD, Rainer; SCHULENBERG, Wolfgang; (Hrsg.); (1997) 1. Aufl. *Natur bewusst 7 – Physik*. Westermann, Braunschweig
- [6] 5 - HAUSFELD, Rainer; SCHULENBERG, Wolfgang; (Hrsg.); (1998) 1. Aufl. *Natur bewusst 8 – Physik*. Westermann, Braunschweig
- [7] 6 - HAUSFELD, Rainer; SCHULENBERG, Wolfgang; (Hrsg.); (1999) 1. Aufl. *Natur bewusst 9 – Physik*. Westermann, Braunschweig
- [8] 13 - FILIPP, H.; MARTENS, F.; (Hrsg.); (1943) *Physik für Mittelschulen – Zum Gebrauch in Jungenschulen – 1. Teil*. Oldenbourg, München[u.a.]
- [9] 14 - FILIPP, H.; MARTENS, F.; (Hrsg.); (1943) *Physik für Mittelschulen – Zum Gebrauch in Jungenschulen – 2. Teil*. Oldenbourg, München[u.a.]
- [10] 16 - GERHARDT, Hans; KRUSE, Ernst; [u.a.] (Hrsg.); (1977) 16. Aufl. *Natur und Technik 1- Ein Arbeitsbuch für Physik*. Velhagen & Klasing, Berlin 1963
- [11] 18 - GERHARDT, Hans; KRUSE, Ernst; [u.a.] (Hrsg.); (1979) 12. Aufl. *Natur und Technik 2- Ein Arbeitsbuch für Physik*. Velhagen & Klasing, Berlin 1966
- [12] 9 - WALZ, Adolf; (Hrsg.); (1982) 3. Aufl. *Wolz Physik – Gesamtausgabe*. Schroedel Schulbuchverlag, Hannover 1973
- [13] 15 - HEEPMMANN, Bernd; MUCKENFUß, Heinz; [u.a.] (Hrsg.); (1987) 1. Aufl. *Natur und Technik – Physik für Realschulen (Gesamtausgabe)*. Cornelsen Verlag, Berlin
- [14] 20 - HEEPMMANN, Bernd; MUCKENFUß, Heinz; [u.a.] (Hrsg.); (1999) 1. Aufl. *Physik Klasse 7/8 – Sekundarschule*. Cornelsen Verlag, Berlin
- [15] 22 - HEEPMMANN, Bernd; MUCKENFUß, Heinz; [u.a.] (Hrsg.); (2000) 1. Aufl. *Physik Klasse 9/10 – Sekundarschule*. Cornelsen Verlag, Berlin
- [16] 28 - GERMAN, Wilhelm (Hrsg.); (1950) *Grimshells Lehrbuch der Physik – Für höhere Lehranstalten*. Klett Verlag, Stuttgart
- [17] 25 - BRENNEKE, R.; SCHUSTER, G.; (Hrsg.); (1972) 3. Aufl. *Brenneke Schuster – Physik Mittelstufe*. Vierweg & Sohn, Braunschweig
- [18] 26 - BADER, Franz; DORN, Friedrich; (Hrsg.); (1980) *Dorn Bader – Physik Mittelstufe*. Schroedel Schulbuchverlag, Hannover
- [19] 32 – BORN, Gernot; HÜBSCHER, Heinrich; LOCHHAAS, Horst; (Hrsg.); (1983) 1. Aufl. *Querschnitt Physik und Technik*. Westermann Verlag, Braunschweig
- [20] 30 – KUHN, Wilfried; (Hrsg.); (2000) 2. Aufl. *Kuhn Physik 1*. Westermann, Verlag, Braunschweig 1996
- [21] 29 – BREDHAUER, Wilhelm; BRUNS, Klaus-Gerd; [u.a.] (Hrsg.); (2002) 1. Aufl. *Impulse Physik – Mittelstufe (für Gymnasien)*. Klett Verlag, Stuttgart
- [22] Physikalische Lehrfachkommission bei der deutschen Verwaltung für Volksbildung in der Sowjetischen Besatzungszone (Hrsg.); (1947) 2. Aufl. *Lehrbuch der Physik für die Oberschule*. Volk und Wissen / Teubner, Berlin u. Leipzig
- [23], [24], [25], [26] GOLM, Werner [u.a.] (Hrsg.); (1977/87/91/89); *Physik 7/8/9/10*. Ministerium für Volksbildung der DDR, Berlin